

بحوث تطبيقية في المناخ

مصر نموذجاً

د/ إيملي محمد حلمي حمادة

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد
كلية الآداب - جامعة المنوفية

إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع

بحوث جغرافية في
المناخ التطبيقي

د. إيملي محمد حلمي حمادة
أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد
كلية الآداب — جامعة المنوفية

٢٠٠٥

حقــوق النشــر
الطبعة الأولى ٢٠٠٥
جميع الحقوق محفوظة للناشر
رقم الإيداع
١٠٥٦٧
الترقيم الدولي I.S.B.N
977-383-013-6

إيتـــراك للنشـــر والتـــوزيع

طريق غرب ألماظة عمارة (١٢) شقة (٢) ص.ب : ٥٦٦٢
هليوبوليس غرب – مصر الجديدة
القاهرة ت : ٤١٧٢٧٤٩ فاكس : ٤١٧٢٧٤٩

الجمع التصويري : المركز العصري للكمبيوتر
لا يجوز نشـــر أي جزء من الكتاب أو اختـــزان مادته بطريقة الاسترجـــــاع أو نقله على أي نحو أو بأي طريقة سواء كانـــت إلكترونية أو ميكانيكية أو بخـــلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدماً.

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء إلى من

مهد الأرض...

بذر بذور العلم...

رواها بفيض حنانه...

أسبغ عليها جُلَّ اهتمامه...

راقبها ــ بعين المحب ــ تُنبت وتُزهر...

وفاضت روحه إلى بارئها قبل أن يجني ثمارها.

إلى روح والدي

في الذكرى الرابعة لرحيله

رحمه الله وأسكنه فسيح جناته.

ابنتـــك إيملى

يناير ٢٠٠٥ م

شكر... تقدير... عرفان

يشرفني أن أتوجه بأسمى آيات الشكر والعرفان بالجميل إلى قطب الجغرافيا المناخية في مصر والعالم العربي الأستاذ الدكتور/ يوسف عبدالمجيد فايد لما قدمه لي من يد العون وقد كان نبراساً وقدوةً رائعةً أسهمت بشكل خلاق في تكويني العلمي.

ويشرفني أيضاً أن أسجل عظيم شكري وامتناني للأستاذ الدكتور/ عبدالقادر عبد العزيز علي والأستاذ الدكتور/ عبدالعزيز عبداللطيف يوسف لجُلَ ما بذلاه من جهد مشكور ومتابعة دقيقة وتوجيه مستمر خلال مشواري العلمي.

ويسعدني أن أتوجه بعظيم الشكر لأستاذي الذي كثيراً ما أخذ بيدي وقدم لي الكثير من العون وأضاء لي سبيل العلم والمعرفة الأستاذ الدكتور/ فتحي محمد مصيلحي.

ولا يفوتني أن أعترف بفضل السادة الأفاضل أساتذة الجغرافيا في سائر الجامعات المصرية إذ أسهموا جميعاً في تكويني الفكري جزاهم الله عني خير جزاء ، وأخص منهم الأستاذ الدكتور/ محمد خميس الذوكة والأستاذ الدكتور / محمد صبري محسوب.

وأخيراً ، أنحني شاكرة لزوجي الأستاذ / محمود عبد الصبور علي لما قدمه لي من عون ومساندة وما تحمله صابراً من عناءٍ عبر ثلاث وعشرين عاماً. ويملؤني الفخر إذ أعترف بعون أبني المهندس الصغير/ أكرم في تدريبي وتعليمي آفاق تطبيقات الحاسب الآلي. وأفتخر بابنتي المترجمة الصغيرة / إنجي لمساعداتها المفيدة لي في أعمال الترجمة.

المؤلفة

قائمة المحتويات

المتطلبات المناخية لأشجار الفاكهة متساقطة الأوراق

دراسة تطبيقية على الخوخ في مناطق
شمال سيناء وغرب النوبارية والدقهلية

د. ايملى محمد حلمي حمادة

مدرس الجغرافيا الطبيعية - آداب المنوفية

يوليو ١٩٩٩ م

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور/ محمد محمود عيسى مدير عام مركز المعلومات بالهيئة العامة للأرصاد الجوية وخبير بحوث الأرصاد الجوية الزراعية والأستاذ الدكتور/ إسماعيل عبد الجليل أستاذ الفاكهة بمركز بحوث الصحراء على مساهمتهما في توفير المادة العلمية لهذا البحث.

د. ايملى محمد حلمي حمادة

مقدمة:

يتناول هذا البحث المتطلبات المناخية لأشجار الخوخ كأحد الأشجار متساقطة الأوراق في ثلاث مناطق هي شمال سيناء وغرب النوبارية والدقهلية تحت تأثير الخصائص المناخية لكل منطقة اعتمادا على بيانات محطات هيئة الأرصاد الجوية في جمهورية مصر العربية. ويعد هذا البحث دراسة في المناخ الزراعي Agroclimatology إذ يبحث في العلاقة الإرتباطية بين درجات الحرارة المتوفرة وإنتاجية أصناف الخوخ المزروعة في كل منطقة على حده في إطار الظروف البيئية العامة المحيطة، وذلك من خلال تطبيق بعض النماذج الرياضية والإحصائية.

أهداف البحث وفروضه:

- قياس احتياجات البرودة اللازمة لمحصول الخوخ ومدى توفرها في المناطق المختارة.
- تحديد أنسب الأصناف آلتي يمكن زراعتها في كل منطقة من خلال مؤشرات الإنتاجية الفعلية والمتوقعة.
- بحث مدى توفر الموارد المائية في إنتاجية الخوخ في حالة توفر متطلباته الحرارية سواء وحدات البرودة أو الوحدات الحرارية الفعالة.
- تحديد أهمية الري التكميلي بالنسبة لزراعة الخوخ في المناطق الثلاث تبعا لاختلاف كمية المطر السنوي لكل منهما.
- يفترض البحث أن توفر المتطلبات الحرارية اللازمة لزراعة الخوخ له التأثير الأكبر في حالة توفر الموارد المائية الدائمة.
- تتبع أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق في نموها دورات نمو سنوية تبدأ بتفتح البراعم في الربيع، وتنتهي بفترة سكون النبات وتساقط أوراقه ثم

تعاود النمو في الربيع التالي. وتستمر على هذا المنوال طوال فترة حياتها. وقد قسم [Weinberger 1950] حياة أشجار التفاحيات كالآتي:

اولا: مراحل حياة شجرة التفاحيات :

مرحلة الطفولة: *Juvenile phase*

تبدأ هذه المرحلة بزراعة البذرة أو العقلة أو غيرها ويستمر النبات خلالها في النمو الخضري لتكوين أجزاء جسمه ولا يزهر أو يكون ثمارا. وتختلف مدة هذه المرحلة إذ تطول في الأشجار البذرية أو المطعومة على أصول بذرية أو منشطة ، بينما تقتصر في الأشجار المطعومة على أصول مقفرة. ويتحكم في النمو خلال هذه المرحلة عوامل عديدة وقد ثبت أن الهرمونات الغالبة بأنسجتها في هذه الفترة هي هرمونات النمو الخضري ومن أهمها الجبر الينات.

مرحلة التحول للتزهير: *Transformation phase*

يحدث تغير في هذه المرحلة في مكونات الشجرة وتوازن بين هرمونات النمو الخضرى والمواد المنشطة للتزهير تلك آلتي تبدأ في التكوين مما يؤدى آلي حدوث الدفع الزهرى Induction flower كما يحدث توازن بين المواد الغذائية في النبات لصالح التزهير.

مرحلة البلوغ والاثمار *Maturity phase*

تكون الشجرة في هذه المرحلة شجرة بالغة من حيث الحالة الغذائية والتوازن الهرمونى نتيجة لما حدث في المرحلة السابقة مما يسمح بتكوين كميات كافية من البراعم الزهرية والتزهير والإثمار مع استمرار نمو خضري (أشجار المتساقطات تتداخل فيها دورات النمو مع دورات التزهير سنويا). وتزداد هرمونات التزهير في هذه المرحلة مع الأخذ في الاعتبار أن اختلال هذا التوازن يؤدى إلى الوصول لمرخلة الشيخوخة بسرعة.

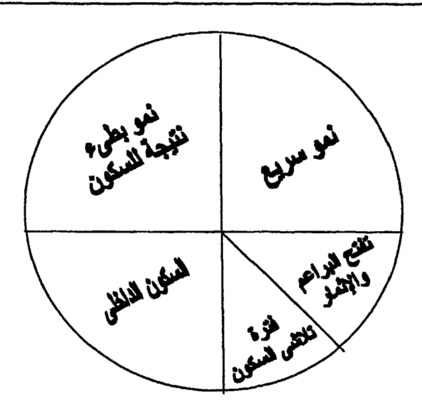
مرحلة الشيخوخة *Senescence phase*

وهى المرحلة النهائية من عمر الشجرة ، وفيها يقل النمو الخضري والزهرى والإثمار وقد ثبت أن هرمون حامض الأبسيسيك ABA يزداد في تلك المرحلة بالنسبة للأشجار المتساقطة المطعومة على أصول مقصرة تصل آلي هذه المرحلة في فترة أقصر من المطعومة على أصول منشطة.

ثانيا: الدورة السنوية للنمو الخضري في الأشجار متساقطة الأوراق *Yearly vegetative growth cycle*

تمتاز الأشجار المتساقطة (عدا البشملة) بدورة نمو خضري سنوية تمكنها من الحياة في المنطقة المعتدلة آلتي تتميز بشتاء بارد طويل. وقد وصف Da Mota 1957 هذه الدورة وقسمها آلي ٣٦٠ درجة، تقع درجة الصفر عند بدء تفتح البراعم في الربيع. وتتميز الفترة بين صفر : ٩٠ بنمو سريع، يتبعه نمو بطيء بين درجات ٩٠ : ١٨٠ نتيجة للسكون المتلازم الذي يحدث للبراعم نتيجة مسببات خارجية عنها داخل النبات كالسيادة القمية للبراعم الطرفية على البراعم الجانبية ، وعند درجة ١٨٠ يقف النمو كليا وينتهي السكون المتلازم الذي يبدأ بعد حدوث السكون الداخلي للبراعم تدريجيا.

ويستمر هذا السكون للفترة بين ١٨٠ : ٣١٥ حيث يصل إلى ذروته عند درجة ٢٧٠ ثم يبدأ في التلاشي بعد ذلك تدريجيا من درجة ٢٧٠ : ٣١٥ حينما ينتهي السكون الداخلي ويبقى النبات هادئا نتيجة لعدم ملائمة الظروف المناخية للنمو بين درجات ٣١٥:٣٦٠ (آلتي تمثل درجة الصفر لدورة النمو الجديدة) وعندها تبدأ البراعم في التفتح نتيجة مواءمته للظروف الجوية.



طور الراحة *Rest Period* والسكون *Dormancy* :

يتميز نمو الكثير من النباتات بخاصية تعرف بال Periodicity آي حدوث النمو على فترات متتابعة من النشاط والراحة. فقد يبدأ النمو سريعا لفترة من الزمن تليها فترة تضعف خلالها سرعته. وأخيرا يصل النبات إلى حالة يبدو فيها توقف نموه ظاهريا ، ويعرف النبات في الحالة الأخيرة بأنه ساكن Dormant أو في حالة سكون Period of Dormancy. وعندما يكون السكون عميقا لدرجة أن النبات يستمر في سكونه حتى عندما تتوفر الظروف البيئية الملائمة للنمو يقال أن النبات في دور الراحة Period Rest وتظهر هذه الحالة في الأشجار متساقطة الأوراق.

يعتبر طور الراحة في الأشجار متساقطة الأوراق حالة فسيولوجية تتحكم في ظهورها العوامل الوراثية الخاصة بالنوع أو الصنف.وتنشأ في البراعم الخضرية والزهرية لهذه الأشجار في أواخر الصيف وأوائل الخريف

من كل عام وتسبب منع تفتح هذه البراعم وتوقف النمو الظاهري حتى ولو توفرت الظروف البيئية الملائمة للنمو.

وتستمر هذه الحالة خلال الخريف والشتاء حينما تتجرد هذه الأشجار من أوراقها. ولانتهاء طور الراحة في براعم هذه الأشجار يلزم تعرضها لفترة من البرودة بحيث تقل درجة حرارة الهواء عن ٧,٢ درجة مئوية (تعرف باحتياجات البرودة Chilling Requirements) لتعمل على إحداث بعض التغيرات الداخلية اللازمة لاستئناف النمو بحالة نشطة حينما ترتفع درجة حرارة الهواء تدريجياً خلال فصل الربيع.

ويختلف طور الراحة عن حالات السكون لما يتميز به الأول فيما يلي :

- ظهوره في براعم الأشجار متساقطة الأوراق في فترة معينة من كل عام غالبا ما تكون في أثناء فصلى الخريف والشتاء.
- حدوثه لأسباب فسيولوجية داخلية تتحكم في ظهورها العوامل الوراثية الخاصة بالنوع والصنف.
- حدوثه بالرغم من توفر الظروف البيئية الملائمة وآلتي قد تؤثر نوعا ما في ميعاد حدوثه.
- وجوب تعرض براعم الأشجار المتساقطة آلتي دخلت في طور الراحة للمناخ البارد في أثناء الشتاء لفترة معينة تختلف باختلاف النوع والصنف وبعض العوامل الأخرى حتى تزول أسباب حدوث هذه الحالة ، وهكذا تكون البراعم مستعدة للخروج بحالة نشطة مع دفء الهواء ربيعاً.

طور الراحة يحدث تدريجيا ويخرج منه النبات تدريجيا، بينما السكون قد يحدث فجاءه ويزول فجاءة بزوال المؤثر

أما حالات السكون فتنشأ غالباً نتيجة لعدم ملائمة أحد العوامل البيئية المحيطة بالنبات كعوامل المناخ والتربة ، بالرغم من كونها قد ترجع إلى أسباب داخلية كما في حالة السيادة القمية.

هذا وقد يتداخل حدوث طور الراحة مع حالات السكون حينما تكون براعم أشجار بعض الأنواع المتساقطة الأوراق في المناخات الباردة في حالة سكون في أثناء الصيف بعد تكونها بتأثير فعل الأوكسجين من القمم الطرفية (السيادة القمية).

هذا بينما تكون في حالة عدم نشاط في أواخر الصيف وخلال الخريف وأوائل فصل الشتاء نتيجة لكونها في طور الراحة. وعادة ما تستوفى البراعم احتياجاتها من البرودة اللازمة لإنهاء طور راحتها قبل نهاية فصل الشتاء بفترة قصيرة ، إلا أنها تبقى ساكنة لعدم توفر الظروف البيئية الملائمة. وبذلك تنتقل البراعم من طور الراحة آلي حالة سكون ناتجة عن تأثير برودة الهواء آلتي تحول دون استئناف النمو. وتنتهي حالة السكون هذه وتتفتح البراعم عند دفء الهواء في فصل الربيع.

هذا وتظهر حالة الراحة بشكل أساسي ورئيسي في البراعم. ويفترض Chandler 1957 أن المؤثر الذي يسبب هذه الحالة يبدأ ظهوره في الأجزاء القاعدية من الأفرع ثم ينتقل ببطء إلى أعلى القمم الميرستيمية الموجودة على تلك الأفرع مما يؤدى إلى انتقالها إلى طور الراحة. فقد لاحظ انتقال المؤثر من الفرع الذي لم يتعرض لاحتياجات البرودة اللازمة إلى الأقلام المطعومة عليه وكان السبب في توقف نموها بالرغم من أن هذه الأقلام كانت قد استوفت احتياجات البرودة اللازمة لإنهاء طور الراحة في براعمها قبل تطعيمها.

وجدير بالذكر أن دخول البراعم في طور راحتها لا يعنى سكون جميع أجزاء النبات حيث أن الجذور والثمار تستمر في نموها في أواخر الصيف

عندما تكون البراعم قد دخلت راحتها. كما أن بعض العمليات الحيوية تستمر خلال طور الراحة مثل التنفس بدليل تخزين المواد الغذائية في الجذور خلال فترة طور الراحة. هذا بالإضافة إلى ملاحظة عدم وضوح العلامات الظاهرية الدالة على حدوث النمو خلال طور الراحة بالرغم من نشاط العمليات الحيوية الهامة الأخرى اللازمة لبقاء النبات.

هذا ويمكن تعريف السكون بوجه عام بأنه الحالة الوقتية لتوقف النمو المرئي في أي جزء من النبات يحتوى على مرستيمات، ويقسم السكون إلى ثلاثة أنواع هي :

السكون الداخلي *Endodormancy*

هو حالة السكون آلتي تنشأ نتيجة لوجود مسبب للسكون داخل البرعم نفسه (العضو نفسه) وكان يشار إلى هذه الظاهرة فيما سبق بدور الراحة الشتوية.

السكون المتلازم *Paradormancy*

ينشأ هذا السكون في بعض الحالات نتيجة لإشارة تنشأ في عضو آخر وتؤثر في البرعم المعنى. لذا يمكن اعتبار السيادة القمية المسئولة عن وجود برعم في طرف الفرع إلى عدم نمو البراعم الجانبية حالة من حالات السكون المتلازم ، كما أن السكون الناشئ من وجود الحراشيف حول البراعم سكوناً متلازماً أيضاً (مثل البراعم المركبة في العنب).

السكون البيئي *Ecodormancy*

ينشأ السكون البيئي نتيجة لوجود ظروف بيئية محيطة بالنبات تمنع من نمو البراعم بالرغم من عدم وجود أي سكون داخلي فيها ، كما يحدث مثلاً بالنسبة لتوقف نمو البراعم في التفاح والكمثرى في أواخر الشتاء بعد انتهاء السكون الداخلي نتيجة عدم توافر الوحدات الحرارية اللازمة لتفتح البراعم ولذا يعتبر سكونا بيئيا.

إختبار النماذج وتطبيقاتها:

اختلفت المعايير والمقاييس آلتي تستعمل في تحديد كمية البرودة آلتي يتعرض لها البرعم في الشتاء حيث أنه من المهم جدا أن يتم تحديد متطلبات - أي صنف - من هذه للبرودة بدقة ومن ثم لابد من التأكد من توفر احتياجات البرودة في المنطقة آلتي سيزرع فيها هذا الصنف قبل الإقدام على زراعته إذ إنها العامل الأساسي لنجاح زراعة المتساقطات.

هذا وقد قـدرت احتياجات البرودة في أول الأمر بعدد الساعات آلتي تنخفض فيها درجة الحرارة عن ٧,٢ درجة م (٤٥ درجة ف) في أثناء الشتاء[Richardson,1974]. إلا أن هذه الطريقة لم تثبت فاعليتها لأنها لم تأخذ في الاعتبار إلا الفترات آلتي تقل فيها درجة الحرارة عن ٧,٢ درجة م، أما درجات الحرارة آلتي ترتفع عن ذلك فلا تؤخذ في الاعتبار رغما عن ثبوت أثرها في السكون وأن أي كمية برودة حتى إذا ما كانت طفيفة لها أثرها النسبي ، وأن لكل صنف درجة مثلى لحدوث الأثر الفسيولوجى فقد تكون هذه الدرجة في صنف ما ٧,٢ درجة م بينما في صنف آخر ٦ درجة م وهكذا... أما الدرجات آلتي تنخفض أو ترتفع عن هذه الدرجة فان لها أثر أقل من هذه الدرجة في التأثير الفسيولوجى. هذا والاتجاه الحديث لحساب كميات البرودة اللازمة لكسر السكون يحدد فاعليات درجة حرارة الهواء إذا استمرت لمدة ساعة واحدة أما الدرجات الأخرى فيعطى لها درجات نسبية تتراوح بين اقل من (١) إلى الصفر الذي يعتبر الحد الأدنى لحدوث الفعل [Richardson,1974] وقد استنبط [Eissa,1998] نموذجين رياضيين لاستنباط وحدات وساعات البرودة من درجة الحرارة العظمى والصغرى على مصر حيث يتيح هذان النموذجان إمكانية التنبؤ بمراحل طور الراحة من خلال الاستفادة من بيانات التنبؤ الجوى الصادر عن هيئة الأرصاد الجوية ولمدة أربعة أيام.

النموذج الخاص بساعات البرودة:

$$Y = INI\frac{\left\{-0.277 + 14.947 \times Exp\left[-0.5\left(X + 0.339\right)^2\right]\right\}}{0.922}$$

with $R^2 = -0.90$

Where $X = \dfrac{336 \times T_{max} + 11.56 \times T_{min} - 0.2 - t}{11.56 \times T_{max} + 0.336 \times T_{min} + 0.2 - t}$

$t > t_{min}$

Where *t* is the threshald temperature

وفى النموذج السابق يكون الناتج Y بساعات البرودة

النموذج الخاص بوحدات البرودة :

$$Y = 1.665 + 10.974\left[1 - \frac{X - 0.109}{0.573}\right]^2$$

with $R^2 = 0.88$

$$X = \frac{7.2 - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

ويفيد هذان النموذجان في إمكانية التنبؤ بانتهاء طور الراحة مما يتيح اتخاذ إجراءات العمليات الزراعية المناسبة في الوقت المناسب.

وتوضح الخرائط التحليلية التالية [Eissa, et al, 1997] توزيعات وحدات البرودة على جميع مناطق الجمهورية مما يفيد في تصنيف أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق على الجمهورية وفقا لاحتياجات البرودة.

وقد ثبت " آن ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها عن حد معين يحدث تأثيرا معوقاً لإنهاء السكون " واتفق أن بين الفعل العكسي بدرجات سالبة تطرح من مجموع الموجب لأثر البرودة. وقد ابتكرت نماذج رياضية مختلفة آخذه في الاعتبار الأثر النسبي لدرجات الحرارة المختلفة على كسر السكون

وذلك لحساب كميات البرودة اللازمة للأصناف المختلفة مقدرة بالوحدات النسبية وتستخدم هذه النماذج لحساب كميات البرودة الفعالة في المناطق المختلفة. ومن أهم هذه النماذج نماذج جامعة يوتا "جامعة كارولينا الشمالية " ، نموذج القناطر للتفاح ، ونموذج جامعة القاهرة للبرقوق. ومن أهم عيوب هذه النماذج انه لايمكن تعميمها على الأصناف المختلفة بل تستخدم نماذج مختلفة مع كل صنف على حده. وتختلف الآراء حول مدى احتياجات البرودة للبراعم الخضرية مقارنة بالبراعم الزهرية في التفاحيات. إذ يرى البعض أنها تحتاج لكميات أكبر من البرودة ، بينما يرى البعض الآخر أن لها نفس الاحتياجات وأن حدوث موجات من الحرارة المرتفعة في أثناء سكون البراعم يؤدى إلى إطالة فترة السكون وزيادة الاحتياج للبرودة. وقد أثبتت التجارب الحديثة أن أثر الدفء يكون مختلفا ، إذ يكون اكثر وضوحا في النصف الأول من فترة السكون ، وأن عدم توافر البرودة الكافية لكسر السكون الداخلي يؤدى آلي تأخر تفتح البراعم وقلة المحصول وتأخر سقوط الأوراق ، وقد تنمو الشجرة خضريا لدرجة بسيطة في مرحلة الطفولة ثم تبدأ في الضعف بعد ذلك وتصل آلي مرحلة الشيخوخة مبكرا. ونستنتج من ذلك مراعاة عدم زراعة التفاحيات في المحافظات المصرية آلتي تتمتع بالدفء شتاء حيث لا تتوفر فيها كمية البرودة اللازمة. وقد دعا ذلك إلى ضرورة إنتاج أصناف جديدة منخفضة الاحتياجات من البرودة ، ومن ثم يمكن أن تتوافر احتياجاتها في أغلب المحافظات الدافئة شتاء ، وقد نجحت زراعتها نجاحا كبيرا في السنوات الأخيرة ويوضح الجدول التالي احتياجات البرودة اللازمة لبعض أصناف الخوخ آلتي تزرع في جمهورية مصر العربية وفقا لبيانات وزارة الزراعة.

جدول رقم (١)

احتياجات البرودة اللازمة (أقل من ٧,٢ م) لبعض أصناف الخوخ المزروعة في مصر.

الصنف	احتياجات البرودة بالساعة
فلوردا سن	٣٠٠-٤٠٠
الايرلى جراند	٢٧٥
ديسرت جولد	٣٠٠-٣٥٠
الايرلى امبر	٢٠٠-٣٠٠
الريوجراند	٣٠٠-٤٠٠
الاسبرنج كريست	٦٥٠-٧٠٠
الكتارين	٦٥٠-٧٠٠
الاسبرنج تايم	٦٥٠-٧٠٠
بلدي(ميت غمر)	٢٠٠

المصدر : وزارة الزراعة

ويمكن التعبير عن النمو بحساب تراكم الاحتياجات الحرارية الفعالة وفقا لمقترح [Arnold] 1960 بالمعادلة التالية :

$$K = \Sigma (T_m - a)$$

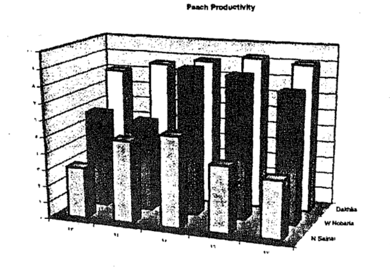
حيث: K: تمثل مجموع تراكمات درجات الحرارة الفعالة.

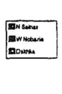
a: تمثل درجة صفر النمو وفى حالتنا هذه تكون ٤,٤ °م.

T_m: تمثل متوسط درجتي الحرارة العظمى والصغرى اليومية ويجب أن تكون أكبر من a

ويتناول هذا البحث دراسة الخوخ كأحد الأشجار متساقطة الأوراق في ثلاث مناطق تختلف نسبياً في خصائصها المناخية التفصيلية بهدف تحديد فاعليات مدى توفر المتطلبات المناخية في إنتاجية الخوخ في كل من شمال سيناء وغرب النوبارية والدقهلية.

وقد تم تجميع بيانات إنتاجية الخوخ في المناطق الثلاث كما يعرضها الشكل التالي الذي يمثل إنتاجية الفدان بالطن خلال خمس سنوات في الفترة من ١٩٩٣ حتى ١٩٩٧.





شكل رقم (١)

ويتضح من هذا الشكل أن الدقهلية تتميز بأعلى إنتاجية للفدان تليها غرب النوبارية ثم شمال سيناء. وقد حقق إنتاج الخوخ في الدقهلية أعلى إنتاجية في عام ١٩٩٦ واقل إنتاجية عام ١٩٩٣ ، وفى غرب النوباريـــة حقق إنتاج ١٩٩٥ أعلى إنتاجية وكان اقل إنتاج في عام ١٩٩٤، وفى شمال سيناء كانت أعلى إنتاجية عام ١٩٩٥، واقل إنتاجية في عام ١٩٩٣.

ولبحث الخصائص المناخية للمناطق الثلاث قد تم تجميع بيانات محطات الأرصاد الجوية من عام ١٩٦٨ حتى عام ١٩٩٨ في ثلاث محطات وهى محطة العريش (دائرة عرض ٥ َ ٣١ وخط طول ٤٩ َ ٣٣ وارتفاعها ٣٠,٥٧ متراً) وهى تمثل محافظة شمال سيناء. ومحطة مديرية التحرير (دائرة عرض٣٩ َ ٣٠ وخط طول ٤٢ َ ٣٠ وارتفاعها ١٥,٦٠ متراً) وهى تمثل منطقة غرب النوبارية ومحطة المنصورة (دائرة عرض.. َ ٣١ وخط طول ٢٧ َ ٣١ وارتفاعها ٤,٢٥ متراً) وهى تمثل محافظة الدقهلية.

وتوضح الجداول التالية المعدلات الشهرية لبعض العناصر المناخية في المحطات الثلاث خلال فترة الدراسة وقد تم حسابها وفقاً لبيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية بجمهورية مصر العربية للفترة من ١٩٦٨ حتى ١٩٩٨م.

جدول رقم (٢)
المعدلات المناخية لمحطة العريش

الشهر	الحرارة العظمى مْ	الحرارة الصغرى مْ	مجموع المطر ملم	التبخر ملم	سرعة الرياح بالعقدة	الرطوبة النسبية (%)
يناير	١٩,٣	٨,٦	٢٠,٤	٣,٥	٤,٩	٧١
فبراير	١٩,٩	٩,٣	١٨,٦	٣,٨	٥,٨	٦٩
مارس	٢١,٣	١٠,٧	١٢,٨	٤,٣	٥,٨	٦٧
أبريل	٢٣,٧	١٣,٣	٧	٤,٥	٤,٩	٦٧
مايو	٢٦,٩	١٦,٢	٤	٤,٦	٤,٨	٦٧
يونيو	٢٨,٩	١٨,٨	٠	٤,٦	٤,٥	٦٨
يوليو	٣٠,٦	٢١,٣	٠	٤,٧	٤,٣	٧٢
أغسطس	٣١,٢	٢١,٩	.٢	٤,٥	٤,٢	٧٤
سبتمبر	٢٩,٨	٢٠,٤	.٥	٥	٤,٣	٧٢
أكتوبر	٢٨,٣	١٨	٦,٢	٤,٧	٣,٨	٧١
نوفمبر	٢٥,٤	١٤,٤	١٦,٩	٣,٩	٤,١	٧٣
ديسمبر	٢١,٥	١٠,٢	٢٤,٣	٢,٥	٤,٦	٦٦

جدول رقم (٣)
المعدلات المناخية لمحطة التحرير

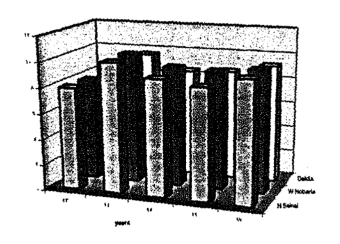
الشهر	الحرارة العظمى مْ	الحرارة الصغرى مْ	مجموع المطر ملم	التبخر ملم	سرعة الرياح بالعقدة	الرطوبة النسبية
يناير	٢٠,١	٧,١	٩,٨	٤,١	٥,٦	٦٩
فبراير	٢١,٣	٧,٥	٤,٦	٥,٣	٦,٢	٦٢
مارس	٢٤,١	٩,٦	٣,٥	٦,٦	٦,٨	٥٩
أبريل	٢٧,٩	١٢,٣	٣,١	٨,٥	٦,٤	٥٦
مايو	٣١,٨	١٤,٨	٢,٥	٩,٦	٥,٤	٥٤
يونيو	٣٤,٤	١٨,٦	٠	١٠	٥,٣	٥٦
يوليو	٣٤,٥	٢٠,٢	٠	٨,٤	٤,٨	٦٤
أغسطس	٣٤,٧	٢٠,٤	٠	٧,٦	٤,٢	٦٥
سبتمبر	٣٢,٨	١٨,٥	.٢	٧,٣	٣,٩	٦٦
أكتوبر	٣٠,٥	١٥,٩	٢,١	٦,٢	٣,٧	٦٨
نوفمبر	٢٥,٤	١٢,٤	٥,٨	٤,٣	٤	٧٥
ديسمبر	٢١,٥	٨,٧	٧,٦	٤,٣	٤,٨	٦٩

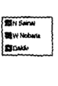
جدول رقم (٤)
المعدلات المناخية لمحطة المنصورة

الشهر	الحرارة العظمى مْ	الحرارة الصغرى مْ	مجموع المطر ملم	التبخر ملم	سرعة الرياح بالعقدة	الرطوبة النسبية
يناير	١٩,١	٦,٨	١٠,٤	٢	٥,٤	٦٩
فبراير	٢٠,٦	٧,٢	٧,٥	٢,٤	٦,٣	٦٨
مارس	٢٣,١	٩,٢	٦,٨	٣,٢	٧,١	٦٣
أبريل	٢٧,٣	١١,٨	٣,٢	٤,١	٧	٥٨
مايو	٣١,١	١٥,٥	٤,١	٥,٢	٦,١	٥٤
يونيو	٣٣,٩	١٨,٤	٦,٥	٥,٢	٦,٥	٥٥
يوليو	٣٥,٣	٢٠,٣	٠	٤,٦	٤,٤	٦٦
أغسطس	٣٤,٣	٢٠,٥	٠	٤	٣,٥	٦٧
سبتمبر	٣٢,٧	١٨,٩	.١	٣,٦	٤,١	٦٦
أكتوبر	٣٠	١٦,٩	٤,٣	٣,٤	٤,٢	٦٤
نوفمبر	٢٥,٨	١٣,٧	٦,٥	٢,٥	٥,٣	٧٢
ديسمبر	٢١,٢	٩	١٠,٥	٢,١	٥,٦	٧٠

ويمثل الشكل رقم (٢) متوسط درجات الحرارة الصغرى بالدرجات المئوية في المحطات الثلاث خلال طور الراحة بالنسبة لمحصول الخوخ. ويتضح من هذا الشكل أن درجات الحرارة تتراوح بين ٦,٥ درجة مئوية و ٩,٧ درجة مئوية. وتعتبر محطة العريش أكثرها انخفاضاً في درجات الحرارة كنتيجة لموقعها الفلكي في أقصى الشمال الشرقي مما يجعلها أكثر تعرضاً للكتل الهوائية الباردة ، هذا فضلاً عن كونها أكثر المحطات ارتفاعاً فوق مستوى سطح البحر.

Mean of minimum temperature during rest period

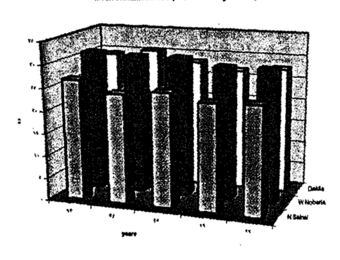


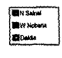


شكل رقم (٢)

ويمثل شكل (٣) متوسط درجات الحرارة العظمى بالدرجات المئوية خلال فترة النمو على محطات الدراسة. ويتضح من الشكل أن غرب النوبارية (محطة مديرية التحرير) هي أولى المحطات من حيث درجات الحرارة العظمى إذ لا تنخفض فيها درجة الحرارة عن ٢٥ درجة مئوية وترتفع لتبلغ ٣٠ درجة مئوية خلال عام ١٩٩٣ م. وتليها محافظة الدقهلية (محطة المنصورة) ، وأخيراً محافظة شمال سيناء (محطة العريش) إذ تتراوح درجة الحرارة بين ٢٠- ٢٥ درجة مئوية خلال فترة نمو الخوخ.

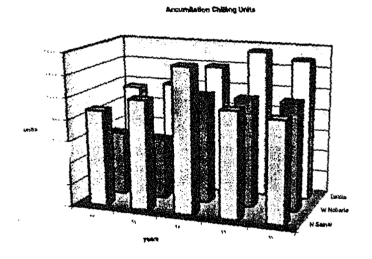
Mean Maxximum Temperature during Growth period





شكل رقم (٣)

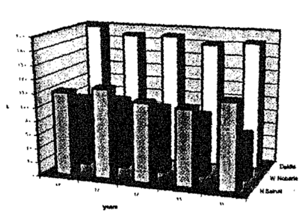
ويمثل شكل (٤) تراكم وحدات البرودة وفقا لنموذج عيسى لوحدات البرودة ويتضح من الشكل أن الدقهلية حققت أعلى تراكمات لوحدات البرودة تليها شمال سيناء بينما حققت غرب النوبارية اقل تراكمات لوحدات البرودة.





شكل رقم (٤)

ويمثل شكل (٥) تراكم ساعات البرودة الأقل من ٧,٢ م وفقا لنموذج عيسى ويتضح من الشكل أن الدقهلية حققت أعلى تراكم لساعات البرودة ، تليها شمال سيناء ثم غرب النوبارية كما هو الحال بالنسبة لوحدات البرودة.

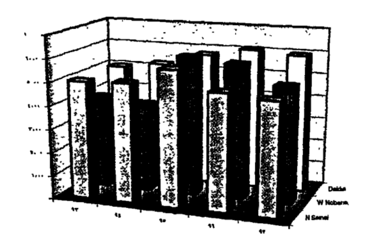


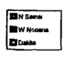


شكل رقم (٥)

ويمثل شكل (٦) تراكم للوحدات الحرارية الفعالة خلال فترة النمو حيث حققت الدقهلية أعلى تراكمات للوحدات الحرارية تليها شمال سيناء ثم غرب النوبارية.







شكل رقم (٦)

وبالاستعانة بالخرائط المرفقة ١ و ٢ الخاصة بتحليلات ساعات البرودة [Eissa et al, 1996] في أنحاء جمهورية مصر العربية يتضح أن نصيب شمال سيناء يتعدى ٢٠٠ ساعة برودة سواء في الشتاء القارص أو الشتاء الدافئ ، بينما يتعدى في منطقتي الدقهلية وغرب النوبارية ٢٠٠ ساعة برودة في الشتاء القارص وحوالي ١٠٠ ساعة برودة فقط في الشتاء الدافئ.

ويمثل الجدول الآتي رقم (٥) مقارنة الإنتاجية بما حققته كل منطقة من وحدات وساعات البرودة وكذلك الوحدات الحرارية الفعالة وفقا للترتيب كمتوسط عام.

جدول رقم (٥)

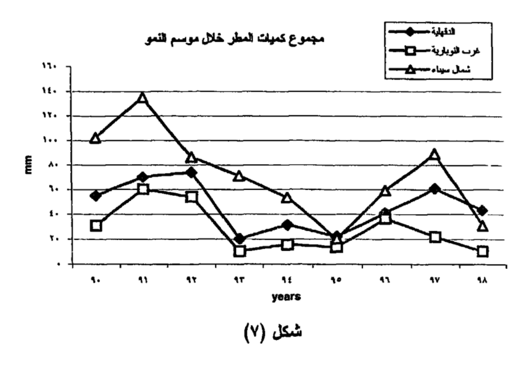
علاقة إنتاجية الخوخ بوحدات وساعات البرودة والوحدات الحرارية الفعالة

المنطقة	شمال سيناء	غرب النوبارية	الدقهلية
الإنتاجية	٣	٢	١
وحدات برودة	٢	٣	١
ساعات برودة	٢	٣	١
وحدات حرارية	٢	٣	١

ويتضح من الجدول السابق أن الإنتاجية قد تحددت في محافظة الدقهلية وفقا لأعلى ما حققته العوامل البيئية من وحدات برودة أو ساعات برودة ووحدات حرارية فعالة ، بالإضافة إلى تأثير صنف الخوخ المزروع في محافظة الدقهلية آلتي تشتهر بزراعة الخوخ البلدي(ميت غمر) الذي يحتاج إلى ٢٠٠ وحدة برودة أو ساعات برودة ووحدات حرارية فعالة ، وقد تحقق منها خلال فترة الدراسة ساعات برودة تتراوح بين ١٨٠ – ١٩٨ ساعة برودة. وحيث أن محافظة شمال سيناء تشتهر بزراعة الخوخ صنف الايرلى جراند بنسبة ٨٠% وهو يحتاج آلي ٢٧٥ساعة برودة تحقق منها خلال سنوات الدراسة ١١٥ ساعة فقط ، بينما في منطقة غرب النوبارية آلتي تشتهر بزراعة أصناف فلورداس (٣٠٠ – ٤٠٠ ساعة برودة) ، وايرلى جولدن (٢٧٥ ساعة) وديسرت جولد (٣٠٠ – ٣٥٠ ساعة) وحيث أن أقصى عدد ساعات برودة تحققت في هذه المحافظة خلال فترة الدراسة كانت ٩٥ ساعة فقط ، فكان ذلك السبب في انخفاض إنتاجيتها عن منطقة الدقهلية ومنطقة غرب النوبارية.

ونستنتج من ذلك أن ارتفاع إنتاجية الخوخ في محافظة الدقهلية يرجع آلي توفر المتطلبات المناخية اللازمة لصنف الخوخ المزروع في هذه المحافظة بينما لا يفسر أسباب زيادة إنتاجية الخوخ بغرب النوبارية عن شمال سيناء بالرغم من تحقيق شمال سيناء عدد ساعات ووحدات برودة أكثر من غرب النوبارية.ويمكن إرجاع سبب إنتاجية محصول الخوخ في غرب

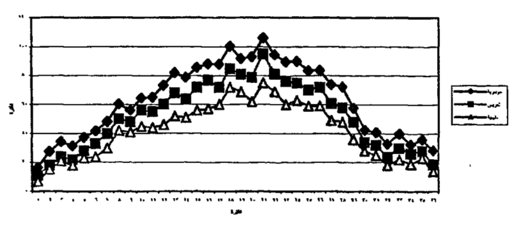
النوبارية مقارنة بشمال سيناء (بعيداً عن تأثير عنصر درجة حرارة الهواء) إلى تأثير مدى توفر المتطلبات المائية اللازمة لزراعة الخوخ سواء من المطر أو بالرى. وإذ تعتمد محافظة شمال سيناء في الزراعة على المطر الاعصارى المتذبذب في كميته وفصليته ودرجة كثافته ، فقد انعكس ذلك سلباً على إنتاجية الخوخ مقارنة بإنتاجيته في غرب النوبارية آلتي تعتمد على الري. ومن خلال شكل رقم (٧) الذي يوضح كميات المطر خلال موسم نمو الخوخ في محطات العريش والمنصورة ومديرية التحرير خلال الفترة من ١٩٩٠- ١٩٩٨ م. يتضح أن شمال سيناء حققت أعلى كمية مطر تليها الدقهلية ثم غرب النوبارية.



شكل (٧)

وعند دراسة كميات المياه الازمة لتعويض الأشجار بمياه الري استكمالا لمياه المطر يتبين من الشكل رقم (٨) أن أقل كمية مياه تحتاجها الأشجار كانت في الدقهلية ويتم توفيرها بالرى من مياه نهر النيل مباشرة.





شكل رقم (٨)

بينما أعلى كمية مياه تحتاجها الأشجار كانت في غرب النوبارية ويتم توفيرها بالرى من مياه الترع الواصلة للمنطقة وكذلك مياه الآبار الجوفية، في حين أن الأشجار في شمال سيناء تعتمد على مياه المطر فقط. وبناء على ذلك كان تفسير انخفاض الإنتاجية في شمال سيناء مقارنة بالنوبارية بالرغم من زيادة وحدات البرودة والوحدات الحرارية المتوفرة في شمال سيناء عن النوبارية خلال فترة الدراسة. ويفسر أيضا ارتفاع إنتاجية الخوخ في الدقهلية حيث توفر بها أعلى تراكم لوحدات البرودة وكذلك الوحدات الحرارية مقارنة بمحافظة شمال سيناء ومنطقة غرب النوبارية بالإضافة آلي اقل احتياجات مائية تكميلية للمطر.

وبإجراء دراسة إحصائية من حسابات الباحث لإيجاد نموذج إحصائي يربط بين إنتاجية المحصول ووحدات البرودة والوحدات الحرارية وجد أن النموذج الرياضي على أشكال كثيرة الحدود كالآتي :

$$days\ X = \left(\frac{1}{ch}\ units\right) \times acc\ .\ degree$$

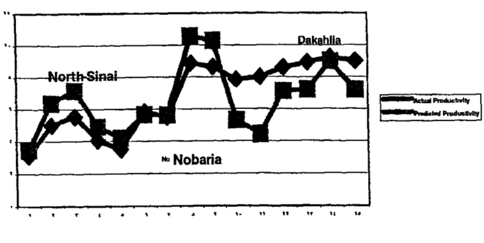
$$Pplynomial\ \ group\ 85\ \frac{1}{y} =$$

$$= a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5 + a_6 x^6$$

حيث أن مربع معامل الارتباط = ٠,٩٠٠٧

المتغير	القيمة	خطأ الانحراف المعياري	قيمة - ت
a0	١١٤٠,٤٥٥٩-	١٤٦١,٠٣١٩٧٧	٠,٧٨٠٥٨-
a1	٢٠٦٤,١٩١٩٨٩	٢٨٥٤,١٧٣٧٢٧	٠,٧٢٣٢١٩
a2	١٥٣٩,٧٧٥٥٠٢-	٢٣٠٩,٤٧٨٨٦٩	٠,٦٦٦٧٢-
a3	٦٠٥,٩٠٥٣٨٩	٩٩٠,٨٠٣٢٣٧	٠,٦١١٥٢٩
a4	١٣٢,٥٩٣٦٠١-	٢٣٧,٧١٠٤٢٦	٠,٥٥٧٨-
a5	١٥,٢٨٧٧٨٨	٣٠,٢٤١٥٤٢	٠,٥٠٥٥٢٣
a6	٧٢٤٦٩١.-	١,٥٩٣٩٨٨	٠,٤٥٤٦٤-

ويبين شكل (٩) الإنتاجية الحقيقية والإنتاجية المتوقعة (المستنبطة) وفقاً للنموذج الرياضي السابق.ونستنتج من هذا الشكل أن الإنتاج المتوقع أعلى من الفعلي في منطقتي شمال سيناء والنوبارية بينما ينخفض عن الفعلي في منطقة الدقهلية.



شكل رقم (٩)

الخلاصة :

يخلص البحث إلى مجموعة من النتائج والتوصيات يمكن إيجازها في النتائج:

١. حققت منطقة الدقهلية أعلى إنتاجية للخوخ نتيجة لتوفر المتطلبات المناخية اللازمة للصنف المزروع سواء من حيث تراكمات وحدات البرودة أو ساعات البرودة آو الوحدات الحرارية الفعالة خلال فترة نمو الخوخ.

٢. تفوقت منطقة غرب النوبارية على منطقة شمال سيناء في إنتاجية الخوخ بسبب توفر موارد مائية للرى التكميلي بالنسبة للأولى، واعتماد الثانية على الزراعة البعلية لعدم توفر موارد مائية

٣. منطقة الدقهلية هي الأقل فيما يتعلق باحتياجها للرى التكميلي في زراعة الخوخ ، بينما منطقة غرب النوبارية هي الأكثر، وكلاهما تتوفر لهما مياه الري اللازمة سواء من نهر النيل مباشرة أو من الترع

٤. الإنتاج المتوقع لمحصول الخوخ أعلى من الإنتاج الفعلي في منطقتي شمال سيناء وغرب النوبارية، بينما ينخفض عن الفعلي في منطقة الدقهلية.

التوصيات

- إصدار نشرات زراعية تتنبأ بمواعيد الخروج من طور الراحة بوقت كاف لإمكانية إجراء العمليات الزراعية في الوقت المناسب.
- الحرص على إجراء البحوث الخاصة للتنبؤ بسنوات الجفاف على شمال سيناء.

المراجـــع

1. Arnold, C,Y.(1960). Maximum - Minimum Temperature as a Basis for Computing Heat Units, Proc. Amer.Soc. Hort. Sci., 76:P 882-892.

2. Chandler,W.H.(1957). Deciduous Orchards. Henry Kimpton, London, 3rd Edition.

3. Eissa, M.M., Zohdy, H.M., Abou Hadid, A.F.and El Hamady, A.,(1995)' Chilling Requirements Distributions of Deciduous Fruit Trees in Egypt' On Farm Irrigation and Agroclimatology conf. January 2-4

4. Eissa, M.M., Zohdy, H.M., Abou Hadid, A.F.and El Hamady, A.,(1996)' Climatological Mangement of Deciduous Fruit Trees in Egypt' Meteorology and Integrated Development conf. Mars,21-23 PP 115-127

5. Eissa, M.M. (1998). Empirical Mathematical Models To Calculate Chill Units & Hours From Daily Maximum & Minimum temperatures over Egypt. Meteorology and Integrated Development conf. Mars,20-22 PP 87-95

6. Richardson, E.A., (1974) A model for estimating the completion of rest for peach trees. Hort. Sci. 9331-332.

7. Weinberger, J.H. (1950). Chilling requirements of peach varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56:122-128.

جامعة المنوفية – كلية الآداب
مركز البحوث الجغرافية
سلسلة الجغرافيا والتنمية
شعبة البحوث الجغرافية

تلوث الهواء في مصر بالجسيمات العالقة
(الدخان والغبار)

دراسة جغرافية

إعداد
الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة
مدرس بقسم الجغرافيا
كلية الآداب – جامعة المنوفية

العدد الثاني والعشرون – مارس ٢٠٠٠ م

مقدمة

يقصد بالتلوث البيئي إحداث أي خلل في الغلاف الحيوي ويشمل الهواء واليابس والماء. ويرجع هذا الخلل في المقام الأول إلى حضارة الإنسان واهتمامه المفرط باستغلال موارد البيئة الطبيعية.

ويعد تلوث الهواء أخطر مجالات التلوث البيئي وأكثرها شيوعا ووضوحا بالنسبة للإنسان. ومما يزيد الأمر تعقيدا إنه لا يوجد هواء نقيا تماما ، بل يوجد هواء ملوثا بدرجة تختلف باختلاف الموقع والزمان لكون تلوث الهواء قديم قدم المراحل الأولى لتكوين الأرض حينما انبعثت كميات هائلة من الغازات والأتربة والرماد مع النشاط البركاني على مر العصور الجيولوجية.

وتتباين مصادر ملوثات الهواء إذ ترجع في جزء منها إلى المصادر الطبيعية آلتي يستطيع الغلاف الحيوي استيعاب نواتجها بأشكالها المختلفة من خلال عمليات الإزاحة Removal Processes ، بينما يرجع الجزء الأكبر منها إلى المصادر البشرية التي تشتمل على حضارة الإنسان وصناعاته واختراعاته ووسائل موصلاته وغيرها ، وتعجز العمليات الطبيعية عن استيعابها ومن ثم تصبح بحق المصادر الملوثة للهواء.

وتعانى مصر من تلوث الهواء بالجسيمات العالقة Particulates وتشمل :

الدخان : وهو عبارة عن حبيبات صغيرة قطرها أقل من ٢ ميكرون ، وتتكون عند حدوث تفاعلات كيميائية بين الملوثات الناتجة عن الاحتراق غير الكامل للوقود العضوي.

الغبار : وهو عبارة عن جسيمات رملية أو ترابية ناعمة تتعلق بالهواء لفترات طويلة ويطلق عليها الغبار العالق Suspended Dust ، ويتراوح قطر حبيباتها بين ٠,١ - ١٠ ميكرون. ويتم ترسيبها

ببطء يختلف باختلاف الظروف المناخية من حيث درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

وقد تنشأ هذه الجسيمات الغبارية عن طريق تكسير وطحن وتفجير بعض الأحجار والمواد الخام والفحم والخشب والحبوب وغيرها. وهى تختلف عن جسيمات الغبار الساقط Dust Fall من الغلاف الجوي على سطح الأرض آلتي يبلغ قطرها حوالي ١٠ ميكرون وسرعة ترسيبها تصل إلى ١٧ سنتيمتر/دقيقة(١).

وقد يشتمل الغبار العالق على بعض الجزيئات المجهرية القابلة للاستنشاق Inhalable Suspended Particles التي يقل قطرها عن ١،٠ ميكرون ويصعب ترسيبها وتتحرك عشوائيا في الهواء وفقا لسرعة الرياح واتجاهها. وقد تتجمع وتتراكم ليصل حجمها إلى واحد ميكرون ويصل تركيزها إلى ١٠٠ ألف جزيء/سم٣ في الهواء الملوث(٢).

الأبخرة : تتألف من جسيمات صلبة عالقة ناتجة عن بعض المواد الكيميائية وعمليات التعدين والتنقيب ، وهى في أغلبها حبيبات صلبة فلزية تنتج عن التكثف وقطرها حوالي واحد ميكرون(٣).

الإيروسول :وهى عبارة عن جزيئات صلبة أو سائلة تبقى معلقة في الهواء لصغر حجمها وقطرها أقل من واحد ميكرون .

وتتميز الجسيمات العالقة التي يقل قطرها عن ١٠ ميكرون بأنها تكون بمثابة نويات تتكثف حولها قطرات مائية لتكون السحب ومن ثم يتم إزاحتها طبيعيا عند سقوط المطر(٤).

---

(١) العودات ، وباصهي ، ١٩٨٥ ص ٤٩.
(٢) العودات وباصهي ، سنة ١٩٨٥ ص ٥١.
(٣) خيري ، سنة ١٩٩٣ ص ١٨.
(٤) أمين ، سنة ١٩٨٤ ص ٦٤.

وتقتصر هذه الدراسة على تلوث الهواء بالدخان والغبار كأهم أشكال تلوث الهواء بالجسيمات الصلبة ، فضلا عن كونهما من الملوثات آلتي ترصد في محطات نوعية الهواء في مصر.

وتتعدد مصادر التلوث بالدخان والغبار في مصر ، ويمكن إيجاز أهم مصادرها الطبيعية في :

- احتراق الشهب والنيازك في طبقات الغلاف الجوى.
- الفطريات والبكتيريا المنتشرة في الهواء والناتجة عن التربة أو عن تعفن الكائنات الحية والفضلات الآدمية.
- العناصر ذات النشاط الإشعاعي في بعض أنواع صخور القشرة الأرضية.
- المواد الناتجة عن تأين الغازات بفعل الأشعة الكونية[١].
- الجزيئات والأملاح آلتي تنشط في الصحارى والأراضي الجافة وقطرها لا يتجاوز من ٠،٥ ميكرون.
- العواصف الرملية آلتي تنشط في الصحارى والأراضي الجافة وقطرها أكبر من ٠،٥ ميكرون[٢]. وتعانى مصر من شيوع وتكرار العواصف الرملية والترابية خاصة في فصلى الربيع والصيف بسبب إرتفاع كثافة الإشعاع الشمسي وزيادة عدد ساعات سطوع الشمس وارتفاع درجة حرارة الهواء وارتفاع معدلات التبخر وما يصاحب ذلك من جفاف للتربة ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة المحملة بالأتربة من الأراضي الجافة والتكوينات الرملية على الهوامش الصحراوية للمدن فتنشط الرياح المثيرة للأتربة[٣]. وتفتقد مصر للدور الفعال لعنصر المطر في

---

(١) الشرنوبي ، سنة ١٩٨١ ص ١٩٥.

(٢) Matthews , 1974 p 32.

(٣) الشرنوبي ، سنة ١٩٩٦ ص ٢١٢.

إزاحة هذه الملوثات الصلبة لانعدام المطر صيفا وندرته ربيعا. وتهب على مصر رياح الخماسين في أثناء فصل الربيع وأوائل فصل الصيف . ويبلغ متوسط ما يسقط على مدينة القاهرة على سبيل المثال من رمال خلال عاصفة رملية خماسينية حوالي ٠،٩٦ طن/ميل٢/ساعة ، ويرتفع إلى ١،٩٥ طن/ميل٢/ساعة، كما ينخفض مدى الرؤية إلى أقل من ٥٠٠ مترا في أثناء هبوب عاصفة رملية شديدة[١].

- الدوامات الرملية : وهى عبارة عن دوامات تمتد في خطوط طولية بارتفاع أقل من ٣٠ مترا وتنقلها الرياح لمسافات قصيرة في أثناء فترة الظهيرة مع نشاط عمليات تسخين الهواء ونشأة التيارات الهوائية الصاعدة[٢].

- الغبار المثار : وهو غبار يرتفع ويهبط محليا مع الرياح القوية ويؤدى إلى انخفاض مدى الرؤية الأفقية لمسافة أقل من كيلو متر واحد[٣].

ومما يذكر أن هذه المصادر الطبيعية تسهم مثلا بنسبة ٤٣ % من إجمالي الملوثات الترابية في هواء مدينة القاهرة ، وهى في أغلبها تحتوي على مركبات الكالسيوم والكلوريدات[٤].

أما بالنسبة لأهم المصادر البشرية للتلوث بالدخان والغبار في مصر ، فيمكن إيجازها في :

- صناعة الأسمنت وتعد المسئول الأول عن تلوث الهواء بالجسيمات الصلبة الدخانية والغبارية إذ إنه لإنتاج طن أسمنت واحد فإن ذلك يحتاج

(١) دعبس، سنة ١٩٩٦ ص ٤٠.
(٢) شرف ، ١٩٨٥ ص ٤٥٦.
(٣) Nasrall, 1983 p 357.
(٤) الصادق ، سنة ١٩٩٣ ص ٧٢.

في المقابل إلى ثلاثة أطنان تقريبا من المواد الخام الأولية آلتي تكسيرها وتفتيتها[١]. وتعد مدينة حلوان ومنطقة طرة من أكثر المناطق تأثرا بهذا التلوث. وعلى سبيل المثال ، فإن الفاقد من الأسمنت المتطاير إلى الهواء من مصنع بورتلاند حلوان يصل إلى حوالي ٢٠٠ طن يوميا بمعدل ٥،٥ % من الطاقة الإنتاجية للأفران بالإضافة إلى الفاقد من عمليات تحضير الخامات وتعبئة الأسمنت المنتج[٢]. ويسقط الغبار الأسمنتي الذي يحتوى على أتربة الكبريتات والكلوريدات على مدينة حلوان بكمية سنوية تبلغ ٧٠ ألف طن بمعدل ١٩٥ طن/يوميا، أي ٥٨٥٠ طن/شهريا[٣].

- صناعة الحديد والصلب والكوك ومحطات توليد الطاقة الكهربائية، وهى ثاني أهم مصادر التلوث في حلوان[٤].

- صناعة النسيج والصباغة ، وصناعة الزجاج ، والعديد من الصناعات المعدنية والكيميائية ، وهى من أهم مصادر تلوث الهواء في شبرا الخيمة وكفر الدوار والمحلة الكبرى.

- صناعة الأسمدة والكيماويات ، وهى من أهم مصادر التلوث في منطقة أبوقير ووادي القمر بالإسكندرية.

- وسائل النقل والمواصلات وتسهم بإنبعاث عادم السيارات من أدخنة وجسيمات صلبة. ويزيد تأثيرها خاصة في المدن المليونية حيث إرتفاع كثافة السكان ومن ثم كثافة الحركة المرورية. وتحتل مدينة القاهرة –

(١) أمين ، سنة ١٩٨٤ ص ٨٩.
(٢) دعبس ، سنة ١٩٩٦ ص ١١٦.
(٣) الشرنوبي ، سنة ١٩٨١ ص ٢٠٥.
(٤) شاور، سنة ١٩٨٧ ص ٧٠.

على سبيل المثال – المركز الحادي عشر من حيث عدد السكان سنة ١٩٩٢ ، وتتحرك على أرضها ١٢٠ ألف وسيلة نقل تستخدم البنزين والسولار ، ومن ثم تستهلك أكثر من ٢٥٠ ألف طن من البنزين ، و٣٥٠ ألف طن من السولار ، وينبعث منها غازات العادم بكمية تزيد عن ٦٠٠٠ طن سنويا[١].

هذا ويمكن التمييز بين ثلاث طبقات من الغبار والدخان في سماء المدن المصرية خاصة تلك التي ترتفع فيها كثافة النشاط الصناعي ، وهذه الطبقات الغبارية هي :

الطبقة السفلية : وتمتد من جذور النباتات وحتى سطح الأرض ، ومصدرها الدخان الناتج عن السيارات والأتربة التي تهب من سطح الأراضي الصحراوية والجافة بفعل نشاط الرياح.

الطبقة الوسطى : وتمتد حتى ارتفاع ٢٠ مترا فوق سطح الأرض وتحتوى على الأدخنة الناتجة عن الاستخدامات المنزلية.

الطبقة العلوية : وتمتد حتى ارتفاع يتراوح ما بين ٥٠ – ٦٠ مترا فوق سطح الأرض وتحتوى على الأدخنة الناتجة عن الانبعاث من المصانع[٢].

وجدير بالذكر أن سخونة هواء المدن يؤدى إلى نشأة تيارات هوائية محملة بالأتربة تصعد إلى أعلى ليحل محلها هواء الضواحي والريف – الأقل حرارة نسبيا – ليهبط إلى أسفل. وفى أثناء هبوب الرياح بسرعة منخفضة

---

(١) الشرنوبي ، سنة ١٩٩٣ ص ٢١٩.

(٢) Yoshino , 1975 p.110.

تتكون القبة الدخانية الغبارية فوق المدن الكبيرة ، وحينما تزيد سرعة الرياح لتبلغ ١٣ كم/ساعة تتسع هذه القبة لتصل إلى الضواحي والريف المجاور[١].

وهكذا تلعب العناصر المناخية خاصة سرعة الرياح دورا أساسيا في توزيع الملوثات وانتشارها أفقيا ورأسيا وتحديد درجة تركيزها ومن ثم درجة خطورتها البيئية. هذا فضلا عن تأثير درجة حرارة الهواء في الضغط الجوى ، ومن ثم نشأة التيارات الهوائية الصاعدة أو الهابطة التي تسهم في تحديد درجة استقرار الهواء وارتفاع طبقة اختلاط الملوثات وبالتالي التوزيع الرأسي لملوثات الهواء. وتعتبر ظاهرة الانقلاب الحراري Thermal Inversion أحد أهم الظاهرات الميترولوجية المؤثرة في تحديد درجة تركيز الملوثات إذ إنها تحجبها بالقرب من سطح الأرض مما يزيد من خطورتها على صحة الإنسان والبيئة.

هذا وتعتبر العلاقة بين تلوث الهواء والعناصر المناخية هي في واقع الأمر علاقة تبادلية متداخلة ، فإن تلوث الهواء ينعكس تأثيره في خصائص مناخ المدن خاصة فيما يتعلق بكمية الإشعاع الشمسي ، ومدى الرؤية ، والتعكير Turbidity ، والتوازن الإشعاعي للغلاف الجوى ، وساعات سطوع الشمس ، والإضاءة Illumination ، وكمية السحب ، وكمية المطر وغيرها[٢].

وتعتمد هذه الدراسة على بيانات تلوث الهواء بالدخان والغبار في ١٦ محافظة مصرية تشمل جميع المحافظات آلتي يتم فيها رصد هذه الملوثات وتضم ٥٨ محطة رصد بيئي خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ إلى مايو ١٩٩٩

(١) غرايبة ، سنة ١٩٨٧ ص ٢٧٢.

(٢) Landsberg , 1981 p73.

آي لمدة ٥٣ شهراً. وتتبع هذه المحطات معمل تلوث الهواء بمركز الرصد البيئي التابع لوزارة الصحة بامبابة (القاهرة) ، ويوضحها جدول (١). هذا بالإضافة إلى بيانات محطات الأرصاد الجوية – التابعة للهيئة العامة للأرصاد الجوية – في ذات المحافظات خلال نفس الفترة الزمنية.

أهداف الدراسة :

- إبراز الفروق السنوية والفصلية والشهرية بين مستويات التلوث بالدخان والغبار.
- تحديد درجة الاختلاف في التلوث بين المحافظات ومحاولة تفسيرها في ضوء المصادر الطبيعية والبشرية للدخان والغبار من ناحية ، والظروف المناخية ومساهمتها في تحديد درجة تركيزها من ناحية أخرى.
- تحديد درجة خطورة مستويات التلوث بالجسيمات العالقة في ضوء قانون البيئة المصري لسنة ١٩٩٤ ومن خلال مقارنتها ببعض النماذج العالمية.

فرضيات الدراسة :

توجد فروق واضحة في مستويات التلوث بالدخان والغبار بين محافظات مصر كنتيجة للنشاط البشرى من ناحية ، والموقع الجغرافي والظروف المناخية من ناحية أخرى.

هناك اختلافات بين تركيزات التلوث بالدخان والتلوث بالغبار على المستوى الشهري والفصلي والسنوي.

جدول (١) محطات الرصد البيئى والجوى

المحافظة					محطات الرصد البيئي			**						#	محطات الجوي
القاهرة	وزارة الصحة	العتبة	الازبكية	الساحل	العباسية	النزهة	مدينة نصر	أبو السعود	المعصرة	حلوان	التبين	عين شمس	قصر النيل	الأميرية	مطار القاهرة
الإسكندرية	سموحة	المعامل	أبو الدرداء	وادي القمر											النزهة
الدقهلية	منصورة ١	منصورة ٢													المنصورة
الشرقية	الزقازيق	وابور النور	عشرة رمضان												بلبيس
القليوبية	شبرا	بنها	أبو زعبل	بهتيم											بهتيم
كفر الشيخ	كفر الشيخ														بلطيم
الغربية	طنطا ٣	طنطا ٤	كفر الزيات	المحلة											طنطا
البحيرة	الإدارة	المعامل	كفر الدوار	البيضا	الكيماوية										البحيرة
الجيزة	إمبابة	الدقي	الطالبية	الحوامدية											الجيزة
المنيا	بني مزار	المنيا ٢	المنيا ٣	أبو قرقاص	ملوي	مغاغة									المنيا
أسيوط	أسيوط	شركة قنا	منفلوط	أبو تيج	مركز الفتح										أسيوط
أسوان	أسوان														أسوان
بور سعيد	ستة أكتوبر														الجميل
السويس	السويس														السويس
دمياط	المعامل														دمياط
الإسماعيلية	الإسماعيلية	القصاصين													الإسماعيلية

المصادر: ** جمهورية مصر العربية مركز الرصد البيئى : بيانات رصد الدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ : مارس ١٩٩٩م
جمهورية مصر العربية - مركز الرصد البيئي : بيانات رصد الدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ : مارس ١٩٩٩ م

الدراسة :

ويمكن تناول تلوث الهواء بالدخان والغبار في مصر من خلال دراسة العناصر التالية :

- التوزيع السنوي للتلوث
- التوزيع الفصلي للتلوث
- التوزيع الشهري للتلوث

اولا : التوزيع السنوي للتلوث :

يرتفع مستوى التلوث السنوي بالدخان في محافظة الغربية ليمثل أعلى مستوى على الإطلاق (شكل ١) سنة ١٩٩٨ حين بلغ ٤،١٤٨ ميكروجرام/م^{٣} كمتوسط لمحطاتها الأربع ، وإن كانت محطة كفر الزيات الأكثر ارتفاعا بمتوسط سنوى بلغ ٨،٢١٤ ميكروجرام/م^{٣}. وترتفع هذه المتوسطات عن الحد الأقصى للتلوث بالدخان المسموح به سنويا في قانون البيئة المصري (٦٠ ميكروجرام/م^{٣}) والقانون الفيدرالي الأمريكي (٧ ميكروجرام/م^{٣})[(١)] بما يعادل ٢،٥ مثلا و١،٩ مثلا لكل منهما على التوالي بالنسبة لمحافظة الغربية ، بينما تعادل ٣،٦ مثلا و ٢،٩ مثلا بالنسبة لمحطة كفر الزيات بالتوالي.

هذا ولا يقتصر الارتفاع على متوسط التلوث بالدخان في محافظة الغربية (ومحطة كفر الزيات أيضا) ، بل ارتفع أيضا أقصى تركيز للتلوث في نفس السنة ليبلغ ١٨١٨٠،٥ ميكروجرام/م^{٣} (جدول ٢) أي ما يعادل المسموح به في مصر ٣٠٣ مثلا و٢٤٢ مثلا لنظيره في القانون الفيدرالي الأمريكي.

---

(١) Sellers, 1984 p.185.

وقد ارتفع كذلك مجموع التلوث بالدخان في محافظة الغربية ليمثل الحد الأقصى على مستوى سائر المحافظات في نفس السنة أيضا حينما بلغ ١١١١١٣،٧ ميكروجرام/م٣ ، ونصيب محطة كفر الزيات منها يعادل ٣٦،٩%.

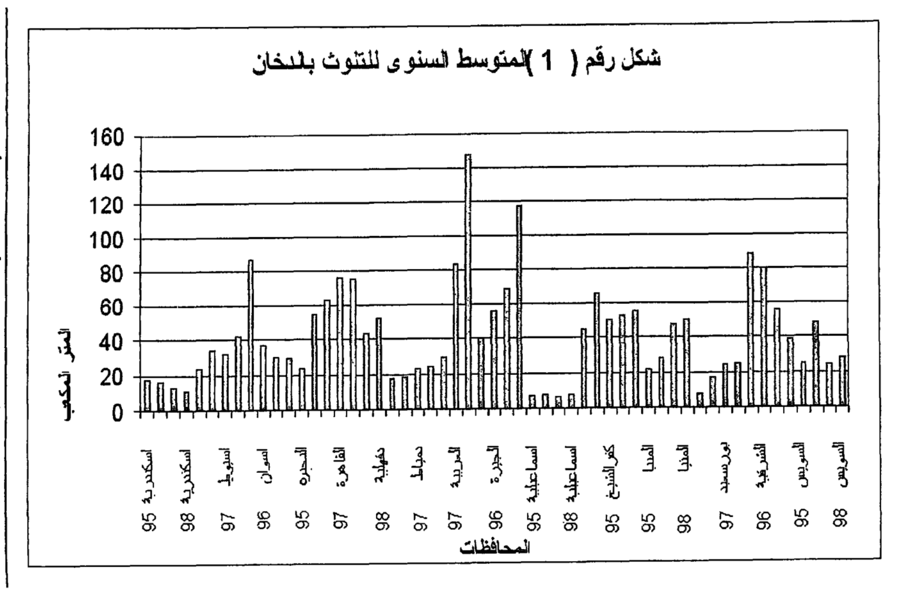
وقد استمر ارتفاع تركيز التلوث بالدخان في هذه المحافظة خلال الشهور الخمس الأولى من سنة ١٩٩٩ حيث بلغ مجموعه ١٠٦٣٧١،٥ ميكروجرام/م٣ ، وبلغ نصيب محطة كفر الزيات ٢٨،٦% منه ، كما بلغ متوسط التلوث فيها ٢٥٣،٦ ميكروجرام/م٣.

وهكذا تصبح محافظة الغربية هي أكثر المحافظات تأثرا بالتلوث السنوي بالدخان على مستوى المحافظات ومحطة كفر الزيات هي الأكثر على مستوى المحطات.

وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة الغربية من حيث ارتفاع التلوث السنوي بالدخان ، إذ أن المتوسط في نفس السنة (١٩٩٨) بلغ ١١٦،٩ ميكروجرام/م٣ كمتوسط لمحطاتها الثلاث. وإن كان أكثرها نصيبا محطة الطلبية إذ أن متوسط التلوث فيها يعادل ٧٨،٩ % من مثيله في محطة كفر الزيات ، ويرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والقانون الفيدرالي الأمريكي بحوالي ٢،٨ مثلا و ٢،٣ مثلا لكل منهما بالتوالي.

وقد ارتفع أيضا في محطة الطلبية وفى نفس السنة أقصى تركيز سنوى ليبلغ ١١١٣ ميكروجرام/م٣ ليزيد عن مثيله في القانون المصري بحوالي ١٩ مثلا.

وقد انعكس ارتفاع متوسط التلوث السنوي بالدخان في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ في ارتفاع مجموع التلوث السنوي ليبلغ ٨٩٩٤٤ ميكروجرام/م٣ ، وقد كان نصيب محطة الطلبية ٥٦،٩ % منه.


شكل رقم (1)المتوسط السنوى للتلوث بالدخان
المتر المكعب
160
140
120
100
80
60
40
20
0
اسكندرية 95
اسكندرية 98
اسيوط 97
اسوان 96
البحيره 95
القاهرة 97
دقهلية 98
دمياط 97
الغربية 97
الجيزة 96
اسماعيلية 95
اسماعيلية 98
كفر الشيخ 95
المنيا 95
المنيا 98
بورسعيد 97
الشرقية 96
السويس 95
السويس 98
المحافظات

جدول (٢) التلوث بالدخان بالميكروجرام / م ٣

المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
١٩٩٥					
القاهرة	٨٧٢٤٣,١	٥٤,٦	١٣٨٧	١٣٨٧	٦٢,٧
الإسكندرية	١٦٠٩٤	١٧,٥	٧٤	٧٤	١٠,٨
بورسعيد	١٠٦٠,٧	٧,٩٨	٤٩,٦	٤٩,٦	٥,٧٩
السويس	٥٩٧٩	٢٤,٨	٣٢٦	٣٢٦	٢٢,٨
دمياط	٢٧٢٣	١٧,٩	٧٥	٧٥	١١,٧٩
الدقهلية	٧٦٤١	٤٣,٢	٨٦	٨٦	١٤,٠٧
الشرقية	٤١٠٦١	٨٨,٩	٤٠١	٤٠١	٢٠,٩
الغربية	٣٨٢٤	٤٤,٥	٢٢١	٢٢١	٤١,٢
كفر الشيخ	٧٥٢٦	٤٩,٨	٦١	٦١	٣
البحيرة	١٣٩٩١	٢٣,٥	٣٣٢	٣٣٢	١٩,٣
الإسماعيلية	٤٨٢٨	٦,٩	٤٣	٤٣	٥
الجيزة	٣٠٧٢٩	٤٠,٣	٤٣٤	٤٣٤	٣٥,٩
المنيا	٣٣٨٩٩,٥	٢١,٩٧	٩٢	٩٢	١٧,٥
أسيوط	٣٦٧٣	٢٤	١٧٦	١٧٦	٣١,٢
أسوان	١٠٨٦٧,٨	٨٦,٩	٢٩٧	٢٩٧	٨١,٣
القليوبية	لم ترصد				
١٩٩٦					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٩٢٢٧٦,٦	٦٣,٤	١	٥٤٣	٦٠,٢
الإسكندرية	١٩٢٢٦,٣	١٦,٦	٢	٨٥	١١
بورسعيد	٥٥٥٣,٤	١٦,٩	٣,٤	٩٧,٩	١٥,٧
السويس	٧١٥٨,٦	٤٨	٨	٧٧	١٨,٦
دمياط	١٠١٤٥	١٨,٣	٦	٦٤	٩,٢
الدقهلية					
الشرقية	١٩٠٨٩	٨٠,٢	٤٠	٥١٠	٣١,١
الغربية	٥٢٣,٣	٢٩,٦	٧	٨٢,٦	٢٣,٩
كفر الشيخ					
البحيرة					
الإسماعيلية	٤٦٨٠	٨,٢	٢	١٩	٤,٨
الجيزة	٣٢٨١٥	٥٥,٧	١	٢٨٨	٤٢,٦

المنيا	٣٤١١١,٦	٢٨,٤	٤,٣	٢١٠,٤	٢١,٩٦
أسيوط	٣٥٠٤٥,٥	٢٢,٩	١	٤٤٦	٢٠,٦
أسوان	٧٥٢٠,١	٣٧,١	١٨,٩	٧٧,٤	١٢,٢
القليوبية	٢٩٩٧,٣	٦٥,٥	١	٢٠٥٤,٤	٢٦٠,٤
١٩٩٧					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	١٤٦٨٢٩	٧٥,٩٦	١	٦١٥	٧٢,١
الإسكندرية	١٧٠٥٥	١٣,١	٢	٩٨	٨
بورسعيد	٩٧٣٥,٩	٢٤,٢	١,٢	١١٥,٦	١٧,٦
السويس	٨١٦١	٢٤,٥	٨	٣٦	٨,٤
دمياط	١٥٠٩٦	٢٢,٩	٨	٩٤	١٠,٢
الدقهلية					
الشرقية	١٦٥٤٩	٥٥,٩	٠	١٠٤	٢٢,٨
الغربية	٦٠١٥٢,٩	٨٣,٧	٣,٥	٢٠٢٥	١٠٩,٦
كفر الشيخ	٨٠٣١	٥٢,٨	٤٢	٦٧	٥,٥
البحيرة					
الإسماعيلية	٣٧٤٨	٦,٩	٢	١٩	٤,٦
الجيزة	٥٦٦٠٤	٦٩	١	٩٢٢	٨٤,٦
المنيا	٨٣٩٤٤,٩	٤٧,٤	٤,٧	١٣٢,٧	٢٦,٥
أسيوط	٢٩٧٣٦	٣٢,٣	٢,٣	١٦٦	٢٠,٤
أسوان	٩٩٢٤	٣٠,٢	١٨,٩	٢٢٦	١٣,٣
القليوبية	لم ترصد				
١٩٩٨					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	١٩١٥٦٧	٧٥,٧	١	٦٩٧	٦٨,٧
الإسكندرية	١٥٥٨٥	١٠,٩٨	١	٢٥	٣,٦
بورسعيد	٢٢٩٠٥	٢٤,٨	١,٢	١١٢	١٥,٧
السويس	٦٩٠٧	٢٨,٥	٩	٥٢	٧,٧
دمياط	١٦٢١١	٢٤,٦	٨	٥٩	٧,٩
الدقهلية	٣٨٥٣	٥١,٩	٩	١٤٣	٢٨,٢
الشرقية	١٢٠٤٤	٣٩,١	٠	٨٠	١٤,٩
الغربية	١١١١١٤	١٤٨,٤	٤,٧	١٨١٨١	٦٦٥,٢
كفر الشيخ	١٨٤٩٢	٥٥,٢	٤٦	٦٣	٣,٩
البحيرة					
الإسماعيلية	٣٢٣١	٧,٦	٢	٩٨	٧,٦

الجيزة	٨٩٩٤٤	١١٦,٩٦	١	١١١٣	١٥٢,٥
المنيا	٨٣٨٥٨,٧	٥٠,٢	٠,٥	١٤٥	٢٦,٩
أسيوط	٣٦٢١٣,٧	٤٢,٣	١,٢	١٧٢	٢٧,٩٥
أسوان	٩٦٩٨	٢٩,٥	١٨,٩	٦٦,٦	٨,٤
القليوبية	لم ترصد				

وقد استمر ارتفاع التلوث السنوي بالدخان في محافظة الجيزة خلال الشهور الخمس الأولى من سنة ١٩٩٩ (كما هو الحال في محافظة الغربية) حيث بلغ ٣١٤٥٩ ميكروجرام/م^{3}، وكان نصيب محطة الطلبية يعادل ٥١،٨ % منه كما يعادل ٢٩،٦ % من نظيره في محافظة الغربية. ولعل في ذلك ما يشير إلى خطورة مستوى التلوث السنوي بالدخان في محافظة الغربية.

وقد احتلت محافظة الشرقية المركز الثالث بعد محافظتي الغربية والجيزة بمتوسط سنوى ١٩٩٥ بلغ ٨٨،٩ ميكروجرام/م^{3} في محطاتها الثلاث. وقد تراوح هذا المتوسط بين ٨٤،٩ في محطة وابور النور ، وبين ٩٢،٣ ميكروجرام/م^{3} في محطة العاشر من رمضان. وهكذا يعادل متوسط التلوث السنوي بالدخان في محطة العاشر من رمضان ٤٢,٩% و٥٤،٥ % من مثيله في محطة كفر الزيات ومحطة الطلبية سنة ١٩٩٨ على التوالى.

هذا وقد سجل أيضا الحد الأقصى للتلوث السنوي بالدخان في محافظة الشرقية في محطة العاشر من رمضان سنة ١٩٩٥ حين بلغ ٤٠١ ميكروجرام/م^{3} (يعادل ضعف مثيله في محطة الزقازيق) فيرتفع بذلك عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ٦،٧ مثلا و٥،٣ مثلا على التوالى.

هذا وتجدر الإشارة إلى تشابه خصائص العناصر المناخية في هذه المحافظات الثلاث إذ يتراوح المتوسط السنوي للضغط الجوى بين ١٠١١ – ١٠١٦ ملليبار ، ومتوسط سرعة الرياح ما بين ٥،٧ – ١٠،٥ عقدة/ساعة ، وندرة المطر حيث لم يتجاوز ٩ ملليمتر سنويا.

ويفيد هنا مقارنة هذه المتوسطات السنوية للتلوث بالدخان مع بعض الأمثلة المحلية والعالمية، إذ بلغ متوسط التلوث بالدخان في محطة شبرا الخيمة (مصر) سنة ١٩٨٨ ، حلوان (مصر) سنة ١٩٨٨ ، لندن (بريطانيا) سنة ١٩٧٨ ، تورانتو (كندا) سنة ١٩٧٨ حيث بلغت على التوالى : ١٥٠ و ١٤٧,٤ و ٥٩ و ٤٢ ميكروجرام/م٣[١]. وهكذا فإن متوسطات التلوث في محطتي كفر الزيات والطلبية سنة ١٩٩٨ ترتفع عن جميع هذه المتوسطات مما يؤكد خطورة مستوى هذه التلوث.

أما بالنسبة لمستويات التلوث السنوي بالغبار ، فيرتفع المتوسط ليصل حده الأعلى في محافظة المنيا سنة١٩٩٥ حيث بلغ ١٠٦٥،١ ميكروجرام/م٣ كمتوسط لمحطاتها الأربع في هذه السنة ، كما بلغ مجموع التلوث ٨٩٤٦٥،١ ميكروجرام/م٣ (جدول ٣). وقد كانت محطة بنى مزار أعلاها تلوثا في هذه السنة إذ بلغ المتوسط ١١٠٤،٦ ميكروجرام/م ٣ ، ومجموع الغبار بلغ ٢٣١٩٦،٢ ميكروجرام/م٣ (تعادل ٢٥،٩ % من إجمالي كمية الغبار في محافظة المنيا)، كما أرتفع أقصى تركيز سنوى ليبلغ ١٣٥٩،١ ميكروجرام/م٣، فيرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٤.

(٩٠ ميكرون/م٣) وفى القانون الأمريكي (٧٥ ميكرون/م٣) بمقدار ١٥،١ و ١٨،١ مثلا عن كل منهما على التوالى.

ويرتفع هذا المتوسط السنوي في محطة بنى مزار عن مثيله في محطة حلوان سنة ١٩٨٥ ، ومحطة شبرا الخيمة سنة ١٩٨٨ حيث بلغ ٧٣٨ ، ٥٠٣ ميكروجرام/م٣ على التوالى[١] ، يرتفع بمقدار ١،٥ مثلا و٢،٢ مثلا على التوالى.

وقد أرتفع أيضا مستوى التلوث بالغبار في محافظة المنيا لتمثل أولى المحافظات في سنة ١٩٩٨حيث بلغ المتوسط السنوي ٨٥٣،٣ ميكروجرام/م٣ ، ومجموع التلوث السنوي بالغبار ٧١٦٧٥،٦ ميكروجرام/م٣. وقد كانت محطة ملوي أكثر المحطات تأثرا بهذا التلوث حيث بلغ المتوسط ٩٣٩،٢ ميكروجرام/م٣ ، ومجموع التلوث بلغ ١٩٧٢٤ ميكروجرام/م٣ (يعادل ٢٧،٥ % من الإجمالي في محافظة المنيا ١٩٩٨) ، وأقصى تركيز سنوى بلغ ١٣٥٥،٩ ميكروجرام/م٣. وهكذا يرتفع متوسط التلوث السنوي في محطة ملوي عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ١٠،٤ مثلا و١٢،٥ مثلا ، كما يرتفع أقصى تركيز سنوى بمقدار ١٥ مثلا و ١٨ مثلا عن كل منهما بالتوالي.

ومما يذكر أن ، عدد أيام حدوث الغبار في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ و١٩٩٨ قد بلغ في كل منهما ٨٢ يوما ، والمتوسط السنوي لسرعة الرياح لا يتجاوز ٨ عقدة/ساعة ، وانعدام المطر وبالتالي افتقدت هذه المحافظة أهميته وفاعليته في إزاحة الملوثات الصلبة.

---

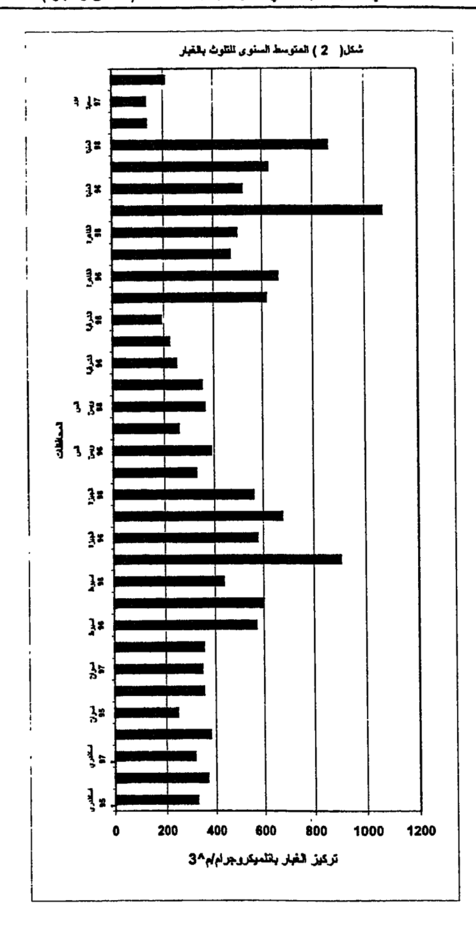
(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٧.

وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة المنيا (شكل ٢) حيث بلغ سنة١٩٩٥ المتوسط السنوي ٧٧٧ ميكروجرام/م٣ كمتوسط لمحطتي الطلبية والحوامدية فقط.

وقد أرتفع متوسط التلوث السنوي بالغبار في محطة الحوامدية ليبلغ ٨٦٧ ميكروجرام/م٣ فيعادل ضعف مثيله في محطة الطلبية ، كما يعادل ما نسبته ٧٨،٥ % من مثيله في محطة بنى مزار (الأكثر تلوثا بالغبار على الإطلاق) ، ويعادل ٩،٦ مثلا و ١١،٦ مثلا للحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي على التوالى.

وقد أرتفع أيضا مجموع التلوث بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥ ليعادل ما نسبته ٣٣،٨ % من مثيله في محافظة المنيا في نفس السنة ، وقد تركز ٨٥،٨ % منه في محطة الحوامدية. كما سجل في محطة الحوامدية أقصى تركيز للتلوث السنوي بالغبار سنة ١٩٩٥ وقد بلغ ١٨٤٧ ميكروجرام/م٣ ، ومن ثم يعادل ٢٠،٥ مثلا و ٢٤،٦ مثلا للحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي على التوالى.

وقد صاحب ارتفاع مستوى التلوث بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥ انخفاض في المتوسط السنوي لسرعة الرياح إذ بلغت ٨ عقدة/ساعة ، وعدد أيام حدوث الغبار ٤٠ يوما ، وانعدام المطر.

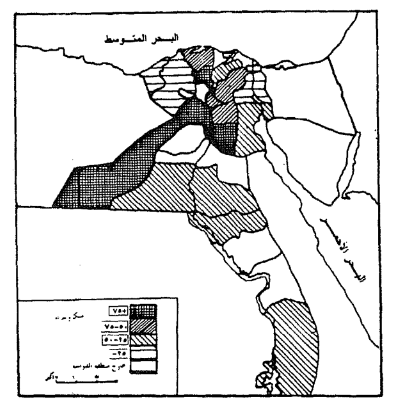

شكل(2) المتوسط السنوى للتلوث بالغبار
المحافظات
0
200
400
600
800
1000
1200
تركيز الغبار بالميكروجرام/م^3

ونستنتج من ذلك أن محافظة الجيزة هي أكثر المحافظات تلوثا بالجسيمات العالقة سواء الدخان أو الغبار حيث احتلت المركز الثاني بعد محافظة الغربية بالنسبة للدخان (شكل ٣)، وتلي محافظة المنيا بالنسبة للغبار (شكل ٤).

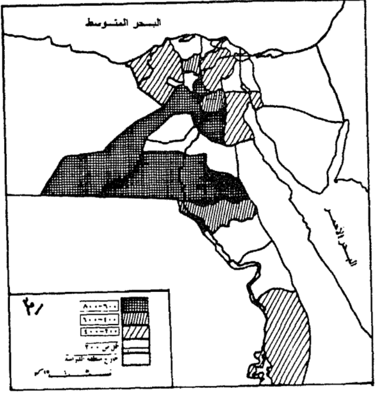
وتحتل محافظة القاهرة المركز الثالث من حيث التلوث بالغبار السنوي بعد محافظتي المنيا والجيزة بمتوسط سنوى سنة ١٩٩٦ بلغ ٦٦١،٨ ميكروجرام/م٣ كمتوسط لمحطات العتبة والنزهة والأميرية فقط. وقد كانت محطة العتبة أكثرها تلوثا حيث بلغ المتوسط السنوي ٦٨٣،٩ ميكروجرام/م٣ فيعادل ما نسبته ٦١،٩ % و٧٢،٨ % و ٧٨،٩ % من مثيله في محطات بنى مزار وملوي والحوامدية على التوالى. كما يرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ٧،٦ مثلا و ٩،١ مثلا على التوالى.

وقد سجل أيضا في محطة العتبة أقصى تركيز سنوي في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٦ حيث بلغ ١٣٣٢ ميكروجرام/م٣ ليقترب من مثيله في محطة بنى مزار (١٣٥٩،١ ميكروجرام/م٣) ومحطة ملوي (١٣٥٥،٩ ميكروجرام/م٣) ، ويعادل ما نسبته ٧٢،١ % من مثيله في محطة الحوامدية (١٨٤٧ ميكروجرام/م٣) ، ويرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ١٤،٨ مثلا و ١٧،٨ مثلا لكل منهما على التوالى.

وقد أرتفع مجموع التلوث بالغبار في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٦اليبلغ ٣٠٨٨،٦ ميكروجرام/م٣ ويمثل نصيب محطة العتبة ٨٤،٧ % منه.



شكل (٣) معدلات التلوث بالدخان



شكل (٤) معدلات التلوث بالغبار

هذا ، ويمكن تفسير ارتفاع مستوى التلوث بالغبار في محطة العتبة إلى الانبعاث من المصادر البشرية خاصة وسائل النقل لكونها تمثل المركز التجاري والسكنى لمدينة القاهرة. هذا فضلا عن كون مدينة القاهرة تضم ٥٥ % من عدد الوحدات الصناعية ، و ٤٦ % من إجمالي عدد العمال ، و ٣٩ % من جملة رأس المال ، و ٤٠ % من إجمالي سكان الحضر ، ويوجد بها مصانع الأسمنت المسئولة عن ٨٠% من إجمالي إنتاج الأسمنت في مصر ، فضلا عن مصانع الفخار والخزف الصيني والحراريات وقمائن الطوب الأحمر ، وكذلك ارتفاع كثافة عمليات البناء والتشييد المستمرة(١).

هذا ، وتسهم المصادر الطبيعية للتلوث بالأتربة العالقة بنسبة ٤٣ % من إجمالي كميتها في هواء القاهرة(٢). وقد اقترن هذا التلوث بهبوب العواصف الغبارية لمدة ٥٠ يوما بمتوسط رياح تبلغ سرعتها ٧،٩ عقدة/ساعة ، فضلاً عن انعدام المطر.

وقد أرتفع مجموع التلوث بالغبار في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ ليبلغ ٦٥٩٢٧ ميكروجرام/م٣ ، ليعادل ضعف مثيله سنة ١٩٩٦ ، وقد كان ذلك مصحوبا بأكبر عدد من أيام الغبار في محافظة القاهرة إذ بلغ ١٣٨ يوما.

وبمقارنة متوسطات التلوث بالغبار السنوي في محطات الرصد البيئي في مصر ببعض المدن السعودية خلال الفترة ما بين مارس ١٩٧٧ وأبريل ١٩٧٨ حيث بلغت في مدينة الجبيل (على ساحل الخليج العربي) ، ومدينة جدة (على ساحل البحر الأحمر) ، ومدينة الرياض (العاصمة السعودية) على التوالى ١٨٤ و ٩٣٥ و ٩٦٧ ميكروجرام/م٣ (٣) نجدها أقل من مثيلاتها في مصر.

---

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٦٨ : ٧١

(٢) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٧٢

(٣) Bradstreet , 1978 p 263.

وكذلك عند مقارنتها ببعض المدن الصناعية في العالم مثل موسكو (روسيا) سنة ١٩٦٢ ، ونيويورك وفيلادلفيا وشيكاغو (الولايات المتحدة الأمريكية) سنة ١٩٥٧ ، وتورانتو (كندا) سنة ١٩٧١ ، وريودى جانيرو (البرازيل) سنة ١٩٨١ حيث بلغت على التوالى٢٧٠ ، ١٨٢ ، ١٧٧، ١١٩ ، ١٥٥ ، ١٠٠ ميكروجرام/م٣[1]. وتعادل هذه المتوسطات نسبة تتراوح بين ٩% و٢٤% من متوسط التلوث السنوي في محطة بنى مزار سنة ١٩٩٥ التي تمثل أعلى تلوث سنوى في مصر.

وتعتبر محافظة دمياط الساحلية أقل المحافظات تعرضا للتلوث بالغبار (شكل ٤)، حيث أن أعلى متوسط سنوي ١٩٩٥ يعادل فقط ما نسبته ١٧،٧ % و٢٤،٢% و٢٨،٤% من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥ ، ومحافظة الجيزة ١٩٩٥، ومحافظة القاهرة ١٩٩٦ على التوالى. ويعادل مجموع التلوث السنوي في هذه المحافظة في نفس العام ما نسبته ٢،١ % و ٦،٢ % و٥,٧ % من ذات المحافظات على التوالي. وتعد محافظة بور سعيد الساحلية أقل المحافظات تلوثا بالدخان (شكل ٣) ، حيث أن أعلى متوسط سنوي ١٩٩٥ يعادل ما نسبته ٥،٤% و ٦،٨ % و ٨،٩ % من مثيله في محافظة الغربية ١٩٩٨ ، ومحافظة الجيزة ١٩٩٨ ، ومحافظة الشرقية ١٩٩٥ على التوالى.

وجدير بالملاحظة انخفاض مستويات التلوث بالدخان في محافظة الإسكندرية الساحلية، إذ يتراوح ما بين ١٠ - ٢٠ ميكروجرام/م٣ خلال سنوات الدراسة كمتوسط سنوى لأربع محطات. كما لم يتجاوز فيها المتوسط السنوي للتلوث بالغبار ٤٠٠ ميكروجرام/م٣ لمحطاتها الأربع خلال سنوات الدراسة.

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٨

ثانيا : التوزيع الفصلي للتلوث :

١- فصل الشتاء :

يرتفع متوسط التلوث الشتوي بالدخان ليبلغ حده الأقصى في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ (يقترن بأعلى متوسط سنوى للتلوث بالدخان في ذات المحافظة وفى نفس السنة على مستوى جميع المحافظات) حيث بلغ حوالي ٢٢٠ ميكروجرام/م٣ في حين أن ٩٦،٥ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز المتوسط ١٠٠ ميكروجرام/م٣ (شكل ٥) وقد أرتفع في هذه المحافظة أيضا مجموع التلوث بالدخان ليبلغ ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ليعادل حوالي ٩ أمثال مجموع التلوث بالدخان الشتوي في ٦٣،٨ % من المحافظات في سنوات الدراسة.

وتحتل محافظة القاهرة المرتبة الثانية بعد محافظة الجيزة وفقا لمجموع التلوث بالدخان الشتوي إذ يتراوح بين ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٦ و٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٧.

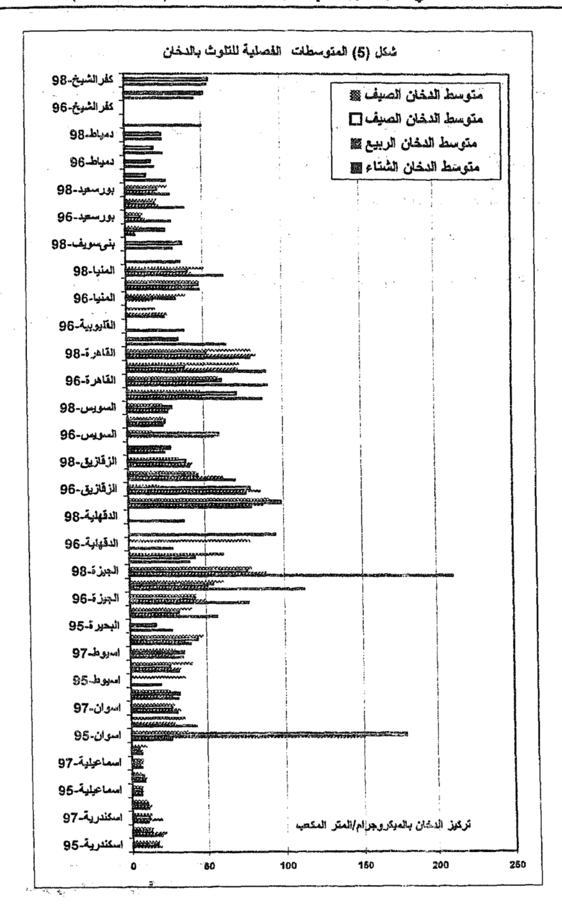
وقد اتجه مجموع التلوث بالدخان الشتوي نحو الزيادة في محافظة المنيا حيث تمثل القمة الثالثة ، إذ يتراوح بين ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٥ و٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٨.

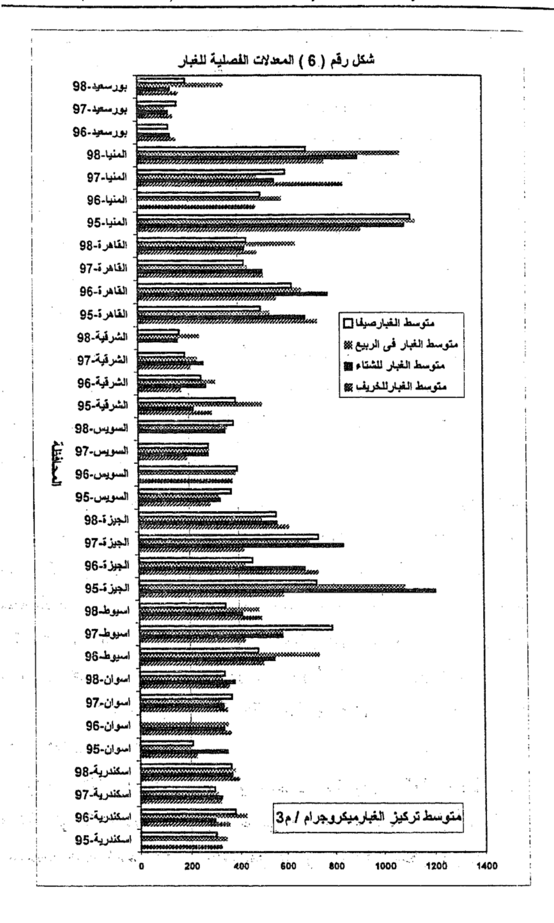
وقد ارتبط ارتفاع مستوى التلوث الشتوي بالدخان في تلك المحافظات الثلاث بارتفاع متوسط الضغط الجوى (١٠١٨ ملليبار) ونشأة التيارات الهوائية وانخفاض سرعة الرياح لتتراوح بين ٤ – ٨ عقدة/ساعة ، ويحول ذلك دون تشتت الدخان خاصة مع ارتفاع الرطوبة النسبية مما يساعد على

تماسك الذرات الدخانية ويجعلها أكثر التصاقا بالطبقات السفلية من الهواء. ويساعد على ذلك أيضاً افتقار هذه المحافظات إلى فاعلية عنصر المطر في إزاحة هذه الملوثات طبيعيا وترسيبها على سطح الأرض إذ لم يتجاوز مجموع المطر الشتوي ٢٥ ملليمترا. ويساعد شيوع تكرار ظاهرة الانقلاب الحراري السطحي في الليالي الشتوية وفى أثناء ساعات الصباح الباكر على حجز هذه الجسيمات الدخانية قريبا من سطح الأرض[١]. وتبلغ النسبة المئوية لتكرارها شتاء على سبيل المثال ٣٥ % من مجموعها السنوي في محطة حلوان سنة ١٩٨٠[٢].

(١) الشرنوبي، ١٩٩٣، ص ٢١٢

(٢) عمرو ، ١٩٨٨، ص ٥


شكل (5) المتوسطات الفصلية للتلوث بالدخان
متوسط الدخان الصيف
متوسط الدخان الصيف
متوسط الدخان الربيع
متوسط الدخان الشتاء
كفر الشيخ-98
كفر الشيخ-96
دمياط-98
دمياط-96
بورسعيد-98
بورسعيد-96
بني سويف-98
المنيا-98
المنيا-96
القليوبية-96
القاهرة-98
القاهرة-96
السويس-98
السويس-96
الزقازيق-98
الزقازيق-96
الدقهلية-98
الدقهلية-96
الجيزة-98
الجيزة-96
البحيرة-95
اسيوط-97
اسيوط-95
اسوان-97
اسوان-95
اسماعيلية-97
اسماعيلية-95
اسكندرية-97
اسكندرية-95
تركيز الدخان بالميكروجرام/المتر المكعب
0
50
100
150
200
250


شكل رقم (6) المعدلات الفصلية للغبار
بورسعيد-98
بورسعيد-97
بورسعيد-96
المنيا-98
المنيا-97
المنيا-96
المنيا-95
القاهرة-98
القاهرة-97
القاهرة-96
القاهرة-95
الشرقية-98
الشرقية-97
الشرقية-96
الشرقية-95
السويس-98
السويس-97
السويس-96
السويس-95
الجيزة-98
الجيزة-97
الجيزة-96
الجيزة-95
اسيوط-98
اسيوط-97
اسيوط-96
اسوان-98
اسوان-97
اسوان-96
اسوان-95
اسكندرية-98
اسكندرية-97
اسكندرية-96
اسكندرية-95
المحافظة
متوسط الغبارصيفا
متوسط الغبار فى الربيع
متوسط الغبار للشتاء
متوسط الغبارللخريف
متوسط تركيز الغبارميكروجرام / م3
0
200
400
600
800
1000
1200
1400

وتعاني محافظة الجيزة من ارتفاع متوسط التلوث الشتوي بالغبار إذ تحتل المركز الأول بين المحافظات خلال سنوات الدراسة (شكل ٦). إذ بلغ ١٢٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٥(متوسط محطتي الطلبية والحوامدية ، وقد احتلت المركز الثاني من حيث المتوسط السنوي للتلوث بالغبار في نفس السنة). ويعد هذا المستوى من متوسط التلوث مرتفعا حين العلم بأن ٥٠ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها المتوسط الشتوي عن ٤٠٠ ميكروجرام/م٣ ، و٥ % منها يتراوح فيها المتوسط بين ٦٠٠ – ٨٠٠ ميكروجرام/م٣ ، و٢ % منها يتراوح فيها المتوسط بين ٨٠٠ – ١٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وتحتل محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ الترتيب الثاني بعد محافظة الجيزة فيما يتعلق بالمتوسط الشتوي للتلوث بالغبار (احتلت في نفس العام أيضا المركز الأول للمتوسط السنوي للتلوث بالغبار ١٠٦٥،١ ميكروجرام/م٣) حيث بلغ ١١٠٠ ميكروجرام/م٣.

وينخفض مجموع التلوث الشتوي بالغبار عن مثيله بالنسبة للدخان (على العكس من المتوسطات الشتوية لكل منهما) حيث أن أقصى مجموع للتلوث الشتوي بالغبار لم يصل إلى ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، بينما يقابله بالنسبة للدخان ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣. ويتضح ذلك أيضا من كون ٤٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث بالغبار الشتوي إلى أقل من ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، و٨ % منها يتراوح بين ٥٠٠٠ – ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، و٦ % منها يتراوح ما بين ١٠٠٠٠ – ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وتظهر ثلاث قمم لمجموع التلوث بالغبار الشتوي تمثلها محافظة المنيا سنة ١٩٩٥و١٩٩٨ حيث بلغ فيهما حوالي ٢٤٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، والثالثة في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٧ حيث بلغ حوالي ٢٢٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وفيما يتعلق بأقصى تركيز للتلوث الشتوي بالغبار فإنه لم يتجاوز في سائر المحافظات خلال سنوات الدراسة ١٩٠٠ ميكروجرام/م٣ ، والاستثناء الوحيد لذلك حدث في محافظة الغربية سنة ١٩٩٧ إذ بلغ ٦٠٠٠ ميكروجرام/م٣ تقريبا أي ما يعادل ثلاثة أمثال الحد الأقصى في المحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة ، كما يعادل ٣،٨ مثلا لأقصى تركيز للتلوث بالدخان الشتوي حيث بلغ ١٦٠٠ ميكروجرام/م٣ في محافظة الدقهلية سنة ١٩٩٧.

ويتضح مما سبق أن ، المتوسطات الشتوية للتلوث بالغبار تفوق مثيلتها بالنسبة للدخان في سائر المحافظات (شكل ٥ و ٦) ، بينما يرتفع مجموع التلوث بالدخان مقارنة بنظيره بالنسبة للغبار ، مما يشير إلى أن الجسيمات الدخانية أكثر بقاء في الهواء لدقتها الشديدة مقارنة بالجسيمات الغبارية مما يزيد من تراكم تركيز الأولى مقارنة بالثانية.

٢ - فصل الربيع :

قد ارتفع متوسط التلوث الربيعي بالدخان ليبلغ حده الأقصى في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ حيث بلغ ١٥٠ ميكروجرام/م٣ ، بينما لم يتجاوز ٩٠ ميكروجرام/م٣ في سائر المحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة ، بل أن ٤١ % منها لم يتجاوز فيها المتوسط ٤٠ ميكروجرام/م٣. وقد انعكس ذلك في ارتفاع الانحراف المعياري في هذه المحافظة وفي نفس السنة ليبلغ ٩٨ ميكروجرام/م٣ ممثلا الحد الأقصى ليس فقط في محافظة أسوان ، بل وسائر المحافظات خلال الدراسة.

ويعتبر هذا المتوسط غريبا على هذه المحافظة التي لم يتجاوز فيها المتوسط ٣٥ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل ٢٣ % تقريبا من ذلك المتوسط سنة ١٩٩٥. ومما يذكر أن ، مجموع التلوث بالدخان الربيعي في محافظة

أسوان خلال سنوات الدراسة لم يبلغ ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل ١٠ % من أعلى مجموع للتلوث الربيعي بالدخان في المحافظات الأخرى.

وقد حدث هذا المستوى المرتفع من التلوث في هذه المحافظة في ظل ظروف مناخية ساعدت على ذلك حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط درجة الحرارة اليومية ٣١ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ٣٩ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٢٤ درجة مئوية) ، وانخفاض متوسط الضغط الجوى ١٠٠٨ ملليبار ، وانخفاض متوسط الرطوبة النسبية ١٩ % ، وارتفاع سرعة الرياح ١٠،٨ عقدة/ساعة.

وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة أسوان من حيث متوسط التلوث الربيعي بالدخان سنة ١٩٩٨ (احتلت المركز الأول في التلوث بالدخان الشتوي سنة١٩٩٨ أيضا) حيث بلغ ٩٠ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل ٦٠ % من مثيله في محافظة أسوان سنة١٩٩٥ و ٤٥% من متوسط التلوث الشتوي بالدخان في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨.

وقد بلغ أقصى مجموع للتلوث الربيعي بالدخان في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ (مجموع الدخان في ١٢ محطة) بلغ ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، وتتمثل القمة الثانية في محافظة القاهرة أيضا سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣. ويعد هذا المستوى من التلوث في هذه المحافظة مرتفعا حين مقارنته بالمحافظات الأخرى ، إذ يعادل ضعف أعلى مجموع للتلوث وقد كان في محافظة الإسكندرية سنة ١٩٩٥ (مجموع أربع محطات) وبلغ ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣. بل أن ٣٢ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموع التلوث الربيعي بالدخان ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، وأن ٩١ % منها لم يتجاوز ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وتعانى محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ من أعلى متوسط للتلوث الربيعي بالغبار، واحتلت أيضا المركز الثاني بالنسبة لمتوسط التلوث الشتوي بالغبار

بعد محافظة الجيزة ، كما احتلت المركز الأول من حيث متوسط التلوث السنوي بالغبار سنة ١٩٩٥.

وقد بلغ متوسط التلوث الربيعي بالغبار في محافظة المنيا (٤ محطات) حوالي ١١٥٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٥. وارتفع أيضا في محافظة المنيا سنة ١٩٩٨وكذا في محافظة الجيزة سنة١٩٩٥ ليبلغ ١١٠٠ ميكروجرام/م٣ ليمثلا معا القمة الثانية لأعلى متوسط تلوث ربيعي بالغبار. وهنا تجدر الإشارة إلى أن متوسط التلوث الشتوي كان مرتفعا أيضا في المحافظتين حيث احتلت محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ المركز الأول ، ومحافظة المنيا سنة ١٩٩٥ المركز الثاني ، ومحافظة المنيا سنة ١٩٩٨ المركز الثالث. وتعتبر قيم هذه المتوسطات مرتفعة خاصة وأن متوسط التلوث الربيعي بالغبار لم يتجاوز في المحافظات الأخرى في سنوات الدراسة ٧٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل نصف مثيله في هذه المحافظات الثلاث تقريبا. وينخفض متوسط التلوث الربيعي في سائر المحافظات ومن بينها محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ حين يسجل أقصى تلوث شتوي بالدخان.

ويرتفع مجموع التلوث الربيعي بالغبار ليبلغ حده الأقصى في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ أيضا (كما هو الحال بالنسبة للمتوسط) حيث بلغ ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣. ويصبح هذا التلوث مرتفعا حينما نعلم أن ٢٢،٤ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث بالغبار إلى ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ٢٠ % من مثيله في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ ، وأن ٨٨% منها لا يتجاوز فيها المجموع ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وتحتل محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ المركز الثاني بالنسبة لمجموع التلوث الربيعي بالغبار(احتلت المركز الأول بالنسبة لمجموع التلوث الربيعي بالدخان ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م٣)٠ حيث بلغ ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ تقريبا

أي ٨٠ % من مثيله في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥. كما احتلت محافظة المنيا المركز الثالث بنصيب بلغ ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨.

ويستنتج مما سبق أن هناك ارتفاعاً في مستوى التلوث سواء بالدخان أو الغبار في محافظة القاهرة خلال فصل الربيع سنة ١٩٩٨. وقد يسهم في ذلك ارتفاع نصيب فصل الربيع من عدد الانقلابات الحرارية حيث تعادل ٢٧ % من إجمالي عددها في محطة حلوان سنة ١٩٨٠ – على سبيل المثال – لتمثل المركز الثاني بعد فصل الشتاء[١]. هذا فضلا عن نشاط حركة المنخفضات الجوية الخماسينية الصحراوية خلال فصل الربيع التي تجذب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية فتتبعها عواصف ترابية قد تستمر لمدة نصف ساعة[٢]. وتسهم أيضا الظروف المناخية الأخرى سواء في محافظة القاهرة أو المنيا خلال فصل الربيع في ارتفاع مستوى التلوث بالجسيمات العالقة سواء الدخانية أو الغبارية حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٥ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٢ – ٣٥ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٤ – ١٧ درجة مئوية)، وانخفاض متوسط الرطوبة النسبية ٤٢–٤٥% وندرة المطر الربيعي (صفر – ٤ ملم) ، وارتفاع سرعة الرياح (متوسط السرعة ربيعا ١٠ عقدة/ساعة) خلال فصل الربيع للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد المناخية الموضحة في جدول (١).

٣ - فصل الصيف :

ارتفع متوسط التلوث الصيفي بالدخان في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ ليبلغ ١٨٠ ميكروجرام/م^{٣} كما هو الحال بالنسبة لمتوسط التلوث الربيعي بالدخان (١٥٠ ميكروجرام/م^{٣}). ويعد هذا المتوسط مرتفعا حينما نعلم أن ٩١

(١) عمرو ، ١٩٨٨ ص ٦.
(٢) يوسف ، ١٩٩٨ ص ٤٨.

% من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها متوسط التلوث الصيفي بالدخان ٦٠ ميكروجرام/م٣ أي يعادل ثلث نظيره في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥.

ويرتفع متوسط التلوث الصيفي بالدخان في محافظة الشرقية سنة ١٩٩٥ ليبلغ ١٠٠ ميكروجرام/م٣ ممثلا المركز الثاني بعد محافظة أسوان. وهذا المتوسط يقترب من مثيله في فصول السنة الأخرى في هذا العام تحديدا في محافظة الشرقية ، وإن كان لم يمثل الحدود القصوى للتلوث حين مقارنته بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة في جميع فصول السنة باستثناء فصل الصيف.

ويبلغ الحد الأقصى لمجموع التلوث الصيفي بالدخان حوالي ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ (يقترب من مثيله في فصل الربيع ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، وينخفض كثيرا عن نظيره في فصل الشتاء ٣٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ كمجموع ١٢ محطة بالمحافظة). ويعتبر هذا المستوى من التلوث مرتفعا بحق إذ أن ٩٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموعه ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ (أي يعادل ٤٤ % من مثيله في محافظة القاهرة) ، بل و٧٤ % منها لم يتجاوز فيها ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وينخفض مجموع التلوث الصيفي بالدخان في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ إلى ١٢٠٠٠ ميكروجرام/م٣ (في حين كانت تحتل المركز الثاني من حيث المتوسط) ، مع الأخذ في الاعتبار أن هذا المجموع يمثل ١٢ محطة في محافظة القاهرة مقابل ثلاث محطات في محافظة الشرقية ومحطة واحدة في أسوان.

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث بالدخان صيفا في محافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ (يوجد بها ٥ محطات) حيث بلغ حوالي ٩٠٠٠ ميكروجرام/م٣. ويعد

هذا التركيز مرتفعا قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة إذ لم يتجاوز ٥٠٠ ميكروجرام/م٣ ، بل وينخفض أيضا إلى ما دون ذلك كثيرا في ذات المحافظة في السنوات الأخرى. ويعتبر هذا التركيز من القيم الشاذة التي يصعب تفسيرها إلا من خلال رصد حالة الطقس خلال نفس الفترة الزمنية التي سجل فيها هذا التركيز الخطير من التلوث.

وقد بلغ أعلى متوسط صيفي للتلوث بالغبار ١١٠٠ ميكروجرام/م٣ في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ (متوسط ٤ محطات). ويعد هذا المتوسط مرتفعا قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة حيث أن ٨٧،٩ % منها لم يتجاوز فيها ٦٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل ٥٤،٥ % من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥.

وتحتل محافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ (متوسط محطتين) المركز الثاني حيث بلغ متوسط التلوث ٨٠٠ ميكروجرام/م٣ (يعادل ٧٢،٧ % من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥).وتتمثل القمة الثالثة لمتوسط التلوث الصيفي بالغبار في محافظة الجيزة في عامي ١٩٩٥و١٩٩٧ بمتوسط بلغ حوالي ٧٥٠ ميكروجرام/م٣ (شكل ٦).

وهكذا يرتفع مستوى التلوث الصيفي بالغبار في صعيد مصر حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٨ – ٣٠ درجة مئوية ، متوسط الحرارة الصغرى ٢٢ – ٢٣ درجة مئوية ، درجة الحرارة العظمى ٣٥ درجة مئوية)، وانخفاض متوسط الضغط الجوى ١٠٠٦ – ١٠١١ ملليبار ، ورياح متوسطة السرعة ٤ – ٧ عقدة/ساعة خلال فصل الصيف للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول (١). و تساعد هذه الظروف المناخية على نشاط عمليات التسخين والتيارات الهوائية الصاعدة خاصة مع انخفاض الرطوبة النسبية ، مما يتيح للجسيمات الصلبة العالقة حرية الحركة والنشاط

ومن ثم ترتفع إلى طبقات الهواء معها ذرات الغبار ، فيزيد تركيزه ويرتفع التلوث بالغبار.

ومما يثير الانتباه حقا، ارتفاع متوسط التلوث بالغبار الصيفي في إحدى محافظات الدلتا وهى محافظة القليوبية التي تحتل رأس الدلتا ، حيث بلغ سنة ١٩٩٥ حوالي ٧٥٠ ميكروجرام/م٣ كمثيله في محافظة الجيزة ١٩٩٥ و١٩٩٧. وهى المحافظة الوحيدة في شمال مصر التي ارتفع فيها مستوى التلوث بالغبار صيفا.

وتتمثل القمة الأولى لمجموع التلوث الصيفي بالغبار في محافظة الجيزة في عامي ١٩٩٧ و١٩٩٨ حيث بلغ فيهما حوالي ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣. وتمثل محافظة المنيا القمة الثانية (وتمثل القمة الأولى بالنسبة للغبار الشتوي والربيعي) حيث بلغ ٢١٠٠٠ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٥. ويعتبر التلوث الصيفي بالغبار في محافظتي الجيزة والمنيا مرتفعا خاصا عند العلم بأن ٣٧،٩ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموع التلوث الصيفي بالغبار ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، و٨٢،٧ % منها لم يتجاوز ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣.

وقد سجل في محافظة الجيزة أقصى تركيز للتلوث الصيفي بالغبار سنة ١٩٩٧ ليبلغ حوالي ٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ (وقد كانت كذلك بالنسبة لأقصى تركيز ربيعي بالغبار حيث بلغ حوالي ٢٨٠٠٠ ميكروجرام/م٣). ويرتفع كثيرا هذا التركيز حينما نعلم أن ٨٧،٩ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها أقصى تركيز للتلوث الصيفي ١٠٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ١/٥ مثيله في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٧. وقد تبع ارتفاع هذا التركيز ، ارتفاع في الانحراف المعياري ليبلغ ١٠٠٠ ميكروجرام/م٣ في حين لم يتجاوز خلال صيف السنوات الأخرى ٤٢٠ ميكروجرام/م٣ تقريبا. ويدل ذلك على أن هذا التركيز يمثل نموذجا للقيم

الشاذة التي ارتفعت كثيرا عن المتوسط الصيفي للتلوث بالغبار في هذه المحافظة. ويتعذر تفسير هذا التركيز المرتفع إلا في ضوء أحوال الطقس المصاحبة له خلال نفس الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التركيز.

٤- فصل الخريف :

ينخفض متوسط التلوث الخريفي بالدخان ليمثل المستوى الأدنى إذ يبلغ ٩١ ميكروجرام/م٣ (الشتاء ٢٢٠ ، الصيف ١٨٠ ، الربيع ١٥٠ ميكروجرام/م٣). وقد سجل أعلى متوسط للتلوث في محافظة الشرقية خريفاً سنة ١٩٩٥ (يقابله شتاءً في محافظة الجيزة ١٩٩٧ ، وصيفا في محافظة أسوان ١٩٩٥ ، وربيعا في محافظة الجيزة ١٩٩٨).

وقد تمثلت القمة الثانية في ثلاث محافظات تكاد يتشابه فيها متوسط التلوث الخريفي بالدخان وهى محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ ، ومحافظة الدقهلية سنة ١٩٩٦، ومحافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ ، حيث بلغ المتوسط ٨٠ ميكروجرام/م٣. وقد انخفض المتوسط في ٤٦،٧ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة إلى ما دون ٤٠ ميكروجرام/م٣ أي نصف التلوث الذي يمثل القمة الثانية (شكل ٥).

ويعد مجموع التلوث الخريفي بالدخان هو الأكثر ارتفاعا مقارنة بالفصول الأخرى (الشتاء ٤٥٠٠٠ في محافظة الجيزة ١٩٩٨ ، الربيع ٤٨٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨ ، الصيف ٤٥٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨) حيث بلغ ٦٥٠٠٠ في محافظة القاهرة١٩٩٨ ، كما بلغت القمة الثانية ٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، والثالثة ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٧ و١٩٩٦ بالتوالي. وهكذا فإن محافظة القاهرة هي الأكثر تلوثا بالدخان خلال فصول الخريف والربيع والصيف ، ولعل

ذلك لكونها تضم ١٢ محطة رصد ، فضلا عن حدوث ٢٤ % من الانقلابات الحرارية السطحية خريفا كما أوضحت محطة الرصد في حلوان ١٩٨٠[١].

وتحتل محافظة المنيا الترتيب الثاني بعد محافظة القاهرة حيث بلغ مجموع التلوث الخريفي بالدخان ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣ في محافظة المنيا في صيف عامي ١٩٩٧ و١٩٩٨ أي ما يعادل ٣٨ % من مثيله في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨.

وقد صاحب هذا التلوث الخريفي في محافظة القاهرة والمنيا انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط درجة الحرارة اليومية ١٩ – ٢٠ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٥ – ٢٦ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٣ – ١٥ درجة مئوية) ، وبداية تكوين الضغط الجوي المرتفع ١٠١٧ ملليبار ، ورياح متوسطة السرعة ٥ – ٧ عقدة/ساعة ، فضلا عن ندرة المطر الخريفي صفر – ١٠ ملليمترات وبالتالي افتقاد دورها الإيجابي في إزاحة الجسيمات الدخانية العالقة في الهواء خلال فصل الخريف للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول (١).

وجدير بالذكر أن ، ٩١،٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث الخريفي بالدخان إلى ما دون ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ ، بل أن ٨١ % منها ينخفض إلى ما دون ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م٣ أي ما يعادل ١٥ % من مثيله في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨.

ويرتفع المتوسط الخريفي للتلوث بالغبار في محافظة المنيا حيث بلغ ٩٠٠ و٨٥٠ و ٧٧٠ ميكروجرام/م٣ في سنوات ١٩٩٥ و١٩٩٧ و ١٩٩٨. وترتفع هذه المتوسطات قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة

(١) عمرو ، ١٩٨٠ ص ٦.

حيث انخفض المتوسط في ٣١ % منها إلى ما دون ٤٠٠ ميكروجرام/م[٣] ، و ١٣،٧% منها تراوح فيها ما بين ٤٠٠ – ٦٠٠ ميكروجرام/م[٣] (شكل ٦).

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث الخريفي بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ حيث بلغ ١٧٠٠ ميكروجرام/م[٣] ، وتسجل القمة الثانية في محافظة المنيا سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ١٥٠٠ ميكروجرام/م[٣] تقريبا. وتتضح خطورة هذه التركيزات القصوى حين العلم بأن ٣١ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها ٨٠٠ ميكروجرام/م[٣] أي نصف التركيز في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨.

وقد بلغ أيضا مجموع التلوث الخريفي بالغبار أقصاه في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ حين بلغ تركيزه ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م[٣] (يقابله صيفا ٢٥٠٠٠ في محافظة الجيزة ١٩٩٨ ، وشتاء ٢٥٠٠٠ في محافظة المنيا ١٩٩٥، وربيعا ٢٥٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨). وتأتى محافظة المنيا في المرتبة الثانية حيث بلغ مجموع التلوث ٢٢٠٠٠و٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م[٣] في صيف عامي ١٩٩٨ و١٩٩٥، كما بلغ في محافظة القاهرة حوالي ١٩٠٠٠ ميكروجرام/م[٣] سنة ١٩٩٨.

ويتضح حين مقارنة هذا التلوث بمثيله بالمحافظات الأخرى أن ٤٨،٣ % منها ينخفض فيها التلوث إلى مادون ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م[٣] ، وأن ٤٣ % منها ينخفض إلى ما دون ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م[٣] أي ثلث مثيله في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨. وقد صاحب ارتفاع التلوث الخريفي بالغبار في هذه المحافظات الثلاث (الجيزة والمنيا والقاهرة ١٩٩٨) انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٩ – ٢٠ درجة مئوية ، متوسط الحرارة العظمى ٢٦ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٩ – ٣٢ درجة مئوية ، متوسط الحرارة الصغرى ١٣ – ١٥ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٨ – ١٢ درجة مئوية) وبداية تكوين ضغط جوي

مرتفع ١٠١٨ ملليبارا ، ورياح متوسطة السرعة ٤ – ٧ عقدة/ساعة ، وندرة المطر الخريفي صفر – ١٠ ملليمترات.

وهكذا يرتفع مستوى التلوث بالغبار في محافظات الصعيد حيث بلغ المتوسط السنوي أقصاه في محافظة المنيا سن ١٩٩٥ ومحافظة الجيزة سنة ١٩٩٥. وكذلك بلغ المتوسط الشتوي والربيعي أقصاه في محافظة الجيزة سنة١٩٩٥ والمنيا سنة ١٩٩٥ ، أما المتوسط الخريفي فقد بلغ أقصاه في محافظة المنيا في السنوات ١٩٩٥ و١٩٩٧ و١٩٩٨ وفى محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥. وقد بلغ المتوسط الصيفي أقصاه في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ ومحافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ومحافظة الجيزة في صيف عامي ١٩٩٥ و ١٩٩٧.

ثالثا : التوزيع الشهري للتلوث :

يمكن دراسة التوزيع الشهري للتلوث من خلال بحث العناصر التالية :

أ – المتوسط الشهري.
ب – أكبر تركيز شهري.
ج – أقل تركيز شهري.
د – مجموع التلوث الشهري

ا- المتوسط الشهري :

يستأثر شهر ديسمبر بأعلى قيم المتوسطات الشهرية للتلوث بالدخان، خلال سنوات الدراسة حيث يتراوح المتوسط بين ٣٩،٨ ميكروجرام/م^{٣} كحد أدنى سنة ١٩٩٥، وبين ٩١،٨ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨ كحد أقصى (شكل ٧).

ويأتي شهر يناير ليحتل المركز الثاني من حيث المتوسط الشهري للتلوث بالدخان إذ يتراوح المتوسط بين ٤٨ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٦ وبين ٧٦ ميكروجرام/م٣ سنة ١٩٩٩. وهكذا ترتفع المتوسطات الشهرية لتمثل حدها الأقصى في شهور فصل الشتاء كما بلغ خلاله أعلى متوسط فصلى للتلوث بالدخان (٢٢٠ ميكروجرام/م٣).

ويرتبط هذا التلوث الشهري بانخفاض درجة الحرارة (متوسط الحرارة اليومية ١٨ – ٢٠ درجة مئوية ، ومتوسط الحرارة الصغرى ٨ – ١٠ درجة مئوية ، و أقل درجة حرارة صغرى ٦ – ٨ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ١٦ – ٢٠ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٢ – ٢٥ درجة مئوية كما في شكل ٨)، وارتفاع الضغط الجوى ١٠١٧ – ١٠١٩ ملليبارا، وارتفاع الرطوبة النسبية ٥٩ – ٦٥ % ، وندرة المطر صفر–٧ ملليمترات (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول ١). وتساعد هذه الظروف المناخية على نشاط التيارات الهوائية الهابطة مما يحول دون تشتت الدخان إلى أعلى ، وتجعل الرطوبة النسبية المرتفعة الجسيمات الدخانية العالقة أكثر ارتباطا بالطبقات السفلية من الهواء.

وتظهر القمة الشهرية الثالثة في شهري أكتوبر ونوفمبر على حد سواء ، وقد تراوح خلالهما المتوسط بين ٢٨،٦ ميكروجرام/م٣ في شهر أكتوبر سنة ١٩٩٥ وبين ٦٧،٩ ميكروجرام/م٣ في شهر نوفمبر سنة ١٩٩٨. وهكذا تظهر القمة الثالثة خلال شهور فصل الخريف الذي حظي بأقصى مجموع فصلى للتلوث بالدخان (٦٥٠٠٠ ميكروجرام/م٣).

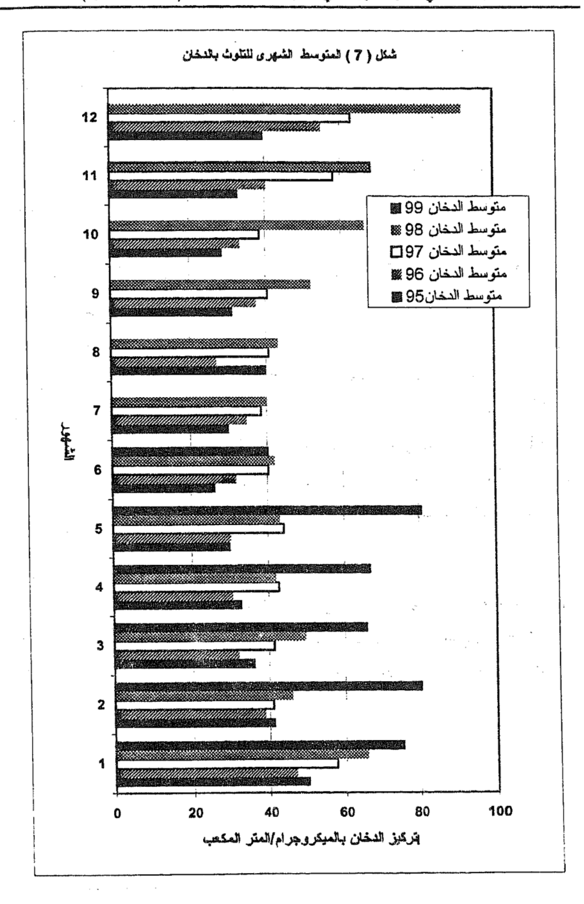
ويتضح مما سبق أن أعلى المتوسطات الشهرية للتلوث بالدخان تمتد خلال الفترة ما بين شهري أكتوبر ويناير لتمثل هذه الشهور الأربع قمة التلوث الشهري بالدخان في سائر المحافظات خلال سنوات الدراسة (شكل ٧).

أما المتوسطات الشهرية للتلوث بالغبار ، فإن شهر يناير يمثل القمة الأولى، إذ يتراوح المتوسط بين ٦٤٢،٦ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦ كحد أقصى ، وبين ٤٦١،٥ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٧ كحد أدنى.

ويمثل شهر فبراير القمة الثانية إذ يتراوح متوسط التلوث ما بين ٦٣٢ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥ وبين ٤١٨ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦. وهكذا تظهر قمة التلوث الشهري بالغبار خلال شهري يناير وفبراير ضمن فصل الشتاء الذي يمثل أقصى متوسط فصلي للتلوث بالغبار (١٢٠٠ ميكروجرام/م^{٣}). ويصاحب هذا التلوث انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٥ – ١٦ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٩ – ١٠ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٦ – ٧ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ١٩ – ٢٠ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٥ – ٢٦ درجة مئوية ، وارتفاع الضغط الجوي ١٠٢٠ – ١٠٢٣ ملليبار ، وارتفاع الرطوبة النسبية ٦٠ – ٦٥ % ، وندرة المطر ٤ – ٥ ملليمترات (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول ١) .

ويرتفع أيضا متوسط التلوث بالغبار في شهري يناير وفبراير في دراسة عن تلوث الهواء بالأتربة العالقة في منطقة شبرا الخيمة سنة ١٩٨٨ إذ بلغ ٨٠٥ ميكروجرام/م^{٣} في يناير و٦٨٧ ميكروجرام/م^{٣} في فبراير[١].

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٥.


شكل (7) المتوسط الشهرى للتلوث بالدخان
متوسط الدخان 99
متوسط الدخان 98
متوسط الدخان 97
متوسط الدخان 96
متوسط الدخان95
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
الشهور
0
20
40
60
80
100
تركيز الدخان بالميكروجرام/المتر المكعب

جدول (٣) التوث بالغبار بالميكروجرام/ م٣

١٩٩٥					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٣١٤٧٢	٦١٧	٢٧٧	١٥١٨,٦	٢٦٠,٧
الإسكندرية	٢٩٧٢٢,٧	٣٢٣	١٢٣,٣	٩٧٥,٦	٢٣١
بورسعيد	لم ترصد				
السويس	١٠٦٥٥	٣٣٢,٩٣	١٣٦	٥٠٥	٨٩,٧
دمياط	١٨٨١	١٨٨	٩٥	٦٦٣,٥	١٦٩,٧
الدقهلية	٣١٣٢	٢٦١	١٤٠	٣٢٢	٥٩,٩٦
الشرقية	١٥٤٠٢,٨	٣٥٨	١٣٢,٥	٩٥٥	٢٣٠,٣
الغربية	لم ترصد				
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	١٠٨١٦	٣٠٠,٤	١١٨	٤٠٠	٨٤,٣
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٣٠٣٠٣,٨	٧٧٧	٢٨٦	١٨٤٧	٣٩١,٥
المنيا	٨٩٤٦٥	١٠٦٥,١	٥١٥,٤	١٤٢٣,٢	١٩٤,١
أسيوط	لم ترصد				
أسوان	٦٩٦٧,٨	٧٣٢,٣	١٠٨	٤١٠,٨	٨١,٥
القليوبية	٥٤١٩,٢	٦٠٢	١٧٨,٩	١٠٣٧	٢٦٣,٨
١٩٩٦					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٣٣٠٨٨,٦	٦٦١,٨	٢٥١	١٣٣٢	٢٣٥,٦
الإسكندرية	٤١٥٣,٣	٣٧٠,٨	١٢١,٩	١٠٧٩,٥	٢٤٩,٤
بورسعيد	٢١٥٢,٥	١٤٦٦	٧٥,١	٢١٧,٨	٤١,٥
السويس	٦٢١٥,٥	٣٨٨,٥	٣٠٤,٥	٤٨٠	٤٦
دمياط	٤٢٢١,٥	١٥٦,٤	٩٨	٣٢٦	٥٨,٥
الدقهلية	لم ترصد				
الشرقية	٩١٩٤,٨	٢٥٥,٤	١٧٦,١	٥٤٩,٥	٦٨,٩
الغربية	٤١٤٦١	٤٦٠,٣	٢٩٦,١	٦٨٣,٦	١٠٤,٥
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				

الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	١٦٨٨٨,٧	٦٢٥,٥	٢٨٣,١	١١٥٤	٢٤٨,٣
المنيا	٢٨٣٠٣	٥٢٤	٣٧٠,١	٨١٥,٤	١١٨,٤
أسيوط	٣٥٤٧٤	٥٧٢,٢	٢٢٤	١٤٥٩	٢٤٩,٩٦
أسوان	١١٣٠٢,١	٣٥٣,٢	٢٠٢	٧٩١	٩٦,٢
القليوبية	لم ترصد				
٧١٩٩					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
القاهرة	٣١٦٥٠,٨	٤٧٩,٦	١١٣	١١٩٥	١٨٣,٩
الإسكندرية	٣٢٥٥٧,٩	٣١٦,١	١٦٣,٢	٧٤٠,٩٧	١٥٩,٣
بورسعيد	٧٦١٦١	١٣٨,٤	٤٩,١	٢٣٨,٦	٤٧,٨
السويس	١١٣٧٨	٢٥٨,٦	٩٦	٤٧٥	١١٠,٢
دمياط	٣٦٩٨	١٦٠,٨	١٠٨	٥٣٧	٨٦,٧
الدقهلية	لم ترصد				
الشرقية	٩٥٥٢,٩	٢٠٧,٧	١٦٢,٩	٤٠٢,٨	٥٦,٩
الغربية	٣٦٨٣٣,٩	٤٤٣,٨	١٧١	٨٨٥	١٤٥,٥
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٦٩٨٨٦,٣	٦٦٥,٦	٦٨,٦	٤٨١٥,٥	٦٢٤,٣
المنيا	٥٥٧٨٢,٦	٦١٩,٨	٢١٧,٣	١٤٦٧	٢٢٢,٧
أسيوط	٢٧٦٧٨	٦٠١,٧	١٨٩	١٦٥٧	٢٨٧,٣
أسوان	١٧٣٣٨	٣٤٦,٨	٢٠٢,٢	٤١٩,٨	٤٠,٧
القليوبية	لم ترصد				
٨١٩٩					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
القاهرة	٦٥٩٢٧	٤٩٥,٧	٥٧	٢٥٣٠	٢٨,٦
الإسكندرية	٣٥٥٦٢,٧	٣٧٨,٣	١٨٨	٩٤٢,٦	٣٩,٩
بورسعيد	١٥٥٤١,٧	٢١,٩٧	٦٢,٨	٤٦٣٠,٧	٥٠,٨
السويس	١٠٩٣٥,٨	٣٦٤,٥	٢١٦	٤٩٩,٧	٦٨,٦

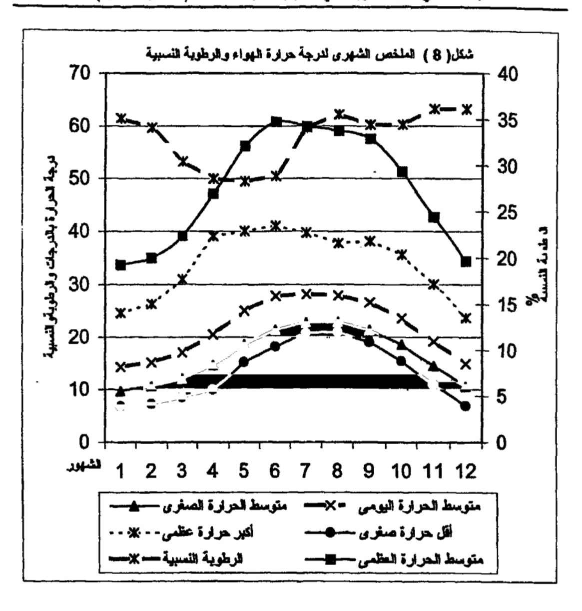
دمياط	٣٢٢٦	١٦٩,٧٩	١٠٨	٢٤٥	٤٢,٣
الدقهلية	١٠٨٩,١	٢٧٢,٣	٢٦٠	٢٨٧,٨	١١,٨
الشرقية	٤٩١٨	١٩٦,٧	١١٣,٧	٣٢٨,٦	٢,٩٧
الغربية	١٠٨١١	٥٤٠,٦	٢٩٠	٨١٣,٦	٥٦,٩
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٨١٤٠٣,٧	٥٧٣,٣	٩١	١٦٧٩	٥٩,٦
المنيا	٧١٦٧٥,٦	٨٥٣,٣	١١٨,٤	١٣٥٥,٩	٢٢,٦
أسيوط	٣٨٠٤٣,٨	٤٣٨,٢	١٨١	١٢١٠	٩٤,٨
أسوان	١٦٣٠٠,١	٣٥٤,٤	٢٤٠,٣	٤١٩,٨	٤١,٧
القليوبية	لم ترصد				

وتظهر القمة الثالثة لمتوسط التلوث الشهري بالغبار في شهر مارس ليتراوح ما بين ٥٠٠ – ٦٠٠ ميكروجرام/م^{3} (باستثناء سنة ١٩٩٧ حين انخفض إلى ٣٣٨ ميكروجرام/م^{3}). وهكذا تمتد قمة التلوث الشهري بالغبار من شهر يناير إلى شهر مارس (شكل ٩) مما يشير إلى أن مصدر هذا الغبار يرجع في المقام الأول إلى الانبعاث من المصادر البشرية وأن تأثير المصادر الطبيعية سواء العواصف الرملية أو الترابية خلال فترة الرياح الخماسينية محدودا إذ أن ارتفاع متوسط التلوث لم يرتبط بشهور سيادة هذه الرياح المتربة. هذا على الرغم من مساهمة الظروف المناخية في زيادة مدة بقاء هذه الجسيمات الغبارية الصلبة عالقة بالهواء – قريبا من سطح الأرض – لفترات طويلة ، مما يتبعه ارتفاع في متوسط التلوث بالغبار خلال هذه الشهور الثلاثة.

ومن الجدير بالملاحظة ، ارتفاع متوسط التلوث الشهري بالغبار في شهر مايو سنة ١٩٩٧ ليبلغ ٥٠٤،٦ ميكروجرام/م^{3} على الرغم من انخفاضه في سنوات الدراسة الأخرى وقد ارتبط ذلك بالعاصفة التي هبت على مصر يوم ١٩٩٧/٥/٢. إذ تعرض شمال مصر خاصة مدينة القاهرة في حوالي

الساعة الثالثة بعد الظهر إلى حالة من حالات عدم الاستقرار الشديد تخللها نشاط للرياح المثيرة للرمال وصلت إلى حد الإعصار. واستتبع ذلك تدنى في مدى الرؤية الأفقية لأقل من ٣٠ مترا ، ومن ثم غطت الأتربة والرمال سماء القاهرة ، بالإضافة إلى تشكيل السحب المنخفضة التي أدت إلى حجب أشعة الشمس فحدث ظلام مؤقت وقد ارتبطت هذه الحالة بتكون المنخفض الجوى الصحراوي في وسط الصحراء الغربية. وتبع ذلك ارتفاع في درجة حرارة الهواء في مدينة القاهرة إلى ٣٦ درجة مئوية ، وانخفض الضغط الجوي إلى ١٠٠٧ ملليبار ، ونشطت رياح جنوبية غربية نشطة سرعتها ٢٠ عقدة/ساعة. ثم تحرك المنخفض الجوي بسرعة فائقة من الغرب نحو الشرق نتيجة لوجود تيار من الهواء النفاث اتجاهه جنوبي غربي في طبقات الجو العليا بسرعة ١٥٠ عقدة/ساعة مما ساعد على تدفق كتلة من الهواء البارد باتجاه شمالي غربي. وقد استتبع ذلك حدوث نشاط ملحوظ في الرياح وصل إلى حد العاصفة المفاجئة بسرعة تتراوح بين ٤٠ – ٥٠ عقدة/ساعة (حوالي ١٠٠ كم/ساعة) على شمال الدلتا ومصر الوسطى وشرق البلاد مع انعدام للرؤية الأفقية إلى الصفر في مدينة القاهرة(١).

(١) عيسى ، ١٩٩٧.


شكل(8) الملخص الشهرى لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية
70
60
50
40
30
20
10
0
40
35
30
25
20
15
10
5
0
درجة الحرارة بالدرجات والرطوبة النسبية
% الرطوبة النسبية
الشهور
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
متوسط الحرارة الصغرى
متوسط الحرارة اليومى
أكبر حرارة عظمى
أقل حرارة صغرى
الرطوبة النسبية
متوسط الحرارة العظمى

ب- أكبر تلوث شهري :

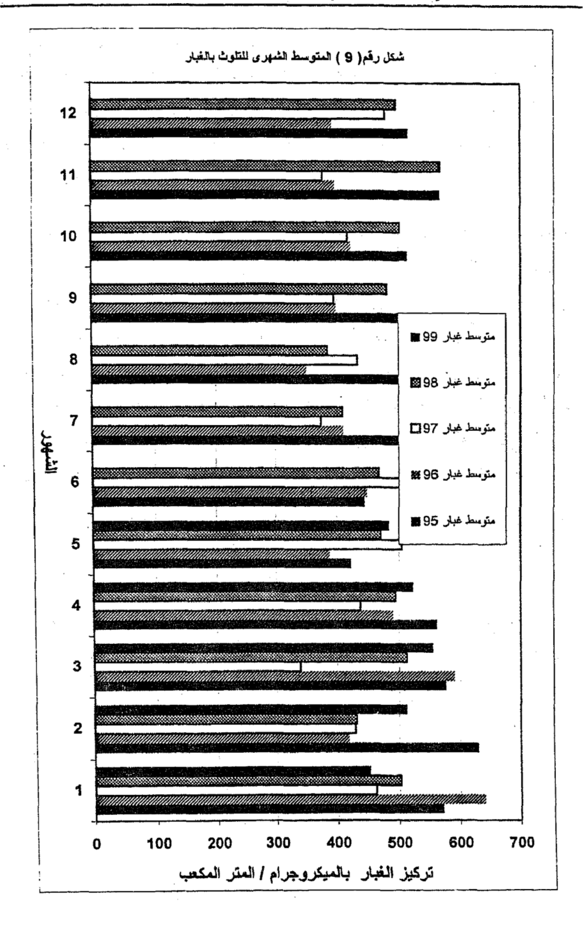
تظهر قمتان لأكبر تركيز للتلوث الشهري بالدخان ، وتتمثل الأولى في شهر مارس سنة ١٩٩٦ حيث بلغ ٢٠٥٤ ميكروجرام/م^{3} ، والثانية في شهر نوفمبر سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٢٠٢٥ ميكروجرام/م^{3}(جدول ٤).

وتتفق هاتان القمتان مع بلوغ مجموع التلوث الفصلي بالدخان حده الأقصى في فصل الخريف (٦٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{3}) وفى فصل الربيع (٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{3}). وهكذا ارتبط ارتفاع التلوث بالفصول الانتقالية ، وقد صاحبه ارتفاع نسبى في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٦ – ٢٥ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٢ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٨ – ١٣ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٢ – ٢٥ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٣٠ – ٣٤ درجة مئوية كما في شكل ٨) ، وارتفاع محدود في الضغط الجوي ١٠١٤ – ١٠١٦ ملليبارا ، وندرة المطر ٠،٦ – ٠،٩ ملليمترا.

ومن الجدير بالذكر ، أن هاتين القمتين تعبر عن حالات شاذة تبعها ارتفاع في الانحراف المعياري ليصل ٩٠ ميكروجرام/م^{3} في كليهما (كما يتضح في جدول رقم ٤). بينما تسجل غالبا أقصى تركيزات شهرية للتلوث بالدخان في شهر يناير إذ استحوذ على التركيزات القصوى للتلوث فبلغت ٤٤٦ ميكروجرام/م^{3} كحد أدنى سنة ١٩٩٦ و١٥٣٤ ميكروجرام/م^{3} كحد أقصى سنة ١٩٩٧ ، في حين لم يتجاوز ٥٠٠ ميكروجرام/م^{3} في شهري مارس ونوفمبر خلال سنوات الدراسة إلا في هاتين الحالتين فقط.إذ انخفضت مثلا خلال شهر مارس سنة ١٩٩٧ إلى ٢٢٥ ميكروجرام/م^{3} وانخفضت خلال شهر نوفمبر سنة ١٩٩٥ إلى ٢٢٥ ميكروجرام/م^{3}

وهكذا يصبح شهر يناير هو أكثر الشهور توقعا لأن يحدث خلاله التركيزات القصوى للتلوث الشهري بالدخان. إذ تساعد الظروف المناخية من حيث انخفاض درجة حرارة الهواء وارتفاع الضغط الجوي ونشاط التيارات الهوائية الهابطة وارتفاع الرطوبة النسبية على تسجيل التركيزات القصوى للتلوث بالدخان.

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث الشهري بالغبار في شهر يونيو سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٤٨١٥،٥ ميكروجرام/م٣. وسجلت القمة الثانية في شهر مارس سنة ١٩٩٨ وبلغت ٤٦٣٠،٧ ميكروجرام/م٣ ، وقد كانت تعبر عن قيمة شاذة إذ تبعها انحراف معياري بلغ ٦٥٧،٣ ميكروجرام/م٣ (كما يتضح في جدول ٤) ، خاصة وأن أقصى تركيز شهري خلال مارس يتراوح ما بين ١٤٥٩ ميكروجرام/م٣ كحد أقصى سنة ١٩٩٦ وبين ٨٤٤ ميكروجرام/م٣ كحد أدنى سنة ١٩٩٧. وهكذا فإن أقصى تركيز للتلوث بالغبار في شهر مارس سنة ١٩٩٨ يعادل أربعة أمثال حده الأقصى في السنوات الأخرى.


شكل رقم(9) المتوسط الشهرى للتلوث بالغبار
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
الشهور
متوسط غبار 99
متوسط غبار 98
متوسط غبار 97
متوسط غبار 96
متوسط غبار 95
0
100
200
300
400
500
600
700
تركيز الغبار بالميكروجرام / المتر المكعب

وسجلت القمة الثالثة في شهر يونيو سنة ١٩٩٨ بتركيز بلغ ٢٠٣٨ ميكروجرام/م^{٣} ، فتعادل ما نسبته ٤٢،٣ % من مثيله في شهر يونيو سنة ١٩٩٧ و ٤٤ % من مثيله في شهر مارس سنة ١٩٩٨ بانحراف معياري بلغ ٣٤٣،٥ ميكروجرام/م^{٣} أي نصف مثيله تقريبا في مارس سنة ١٩٩٨.

وهكذا يصبح شهر يونيو هو أكثر الشهور توقعا لحدوث التركيزات القصوى للتلوث الشهري بالغبار حيث تساعد خصائصه المناخية على ذلك سواء من حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٥ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٢٣ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ١٩ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٣٥ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٤٣ درجة مئوية) ، وانخفاض الضغط الجوي ١٠١٠ ملليبارا ، وانخفاض الرطوبة النسبية ٥٢% ، وانعدام المطر (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول رقم ١).

ج - إقل تلوث شهري :

تكاد تقترب التركيزات الدنيا للتلوث الشهري بالدخان في مختلف الشهور خلال سنوات الدراسة إذ لا تتجاوز ٢ ميكروجرام/م^{٣} على الأكثر ، والاستثناء الوحيد لذلك هو شهر مارس سنة ١٩٩٩ حين ارتفعت لتبلغ ٣،٥ ميكروجرام/م^{٣}. وقد يرتبط ذلك بنشاط المنخفضات الجوية الخماسينية وما يتبعها من نشاط الرياح الجنوبية المحملة بالأتربة. وترتفع التركيزات الدنيا للتلوث الشهري بالغبار في مختلف شهور السنة لتتراوح ما بين ٥٠ – ١٥٠ ميكروجرام/م^{٣}. وإن كانت قد ارتفعت خلال شهر ديسمبر ونوفمبر وفبراير سنة ١٩٩٥ لتصل إلى ٢٢٧،٥ ، و٢٢٠،٤ ، و ٢٠٧،٢ ميكروجرام/م^{٣} لكل منها على التوالي. كما ارتفعت لتصل إلى ٢١٦،٧ ميكروجرام/م^{٣} خلال شهر مارس سنة ١٩٩٦.

هذا وتجدر الإشارة إلى أنه ، للوقوف على أسباب أي من التركيزات الدنيا أو القصوى سواء بالنسبة للدخان أو الغبار ينبغي تفسيرها في ضوء أحوال الطقس الطارئة خلال نفس الفترة الزمنية آلتي حدثت خلالها هذه التركيزات الشاذة. ولهذا عند تطبيق معامل الارتباط لتحليل العلاقة الإحصائية بين تركيزات الدخان أو الغبار وبين العناصر المناخية ، قد تعذر إثبات العلاقة بينهما إذ أن تحقيقها يتطلب قياسات ساعية لكل منهما.

د - مجموع التلوث الشهري :

يرتفع مجموع التلوث الشهري بالدخان ليبلغ حدوده القصوى خلال الفترة ما بين شهر سبتمبر إلى شهر يناير (الخريف والشتاء). إذ يتراوح ما بين ٢٠١٠٥ ميكروجرام/م^{٣} في أثناء شهر سبتمبر سنة ١٩٩٥ كحد أدنى ، وبين ٩٢٣٧٥ ميكروجرام/م^{٣} في أثناء شهر ديسمبر سنة ١٩٩٨ كحد أقصى ليعادل ٤،٦ مثلا لنظيره في شهر سبتمبر. وينخفض مجموع التلوث الشهري بالدخان إلى أدنى مستوى له خلال شهر يوليو ليتراوح ما بين ١٧١٧٧ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥ كحد أدنى ، وبين ٣٧٧٦١ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨ كحد أقصى (جدول ٤).

ويبلغ مجموع التلوث الشهري بالغبار حدوده القصوى خلال شهور نوفمبر وسبتمبر ومارس سنة ١٩٩٨ حيث بلغت ٣٤٠٦٤،٧ ، و٣٣٧٦٢،٥ ، و٣٢٣٠٩،١ ميكروجرام/م^{٣} لكل منها على التوالي. وهكذا يرتبط ارتفاع مجموع التلوث الشهري بالغبار ببعض شهور فصلي الخريف والربيع الانتقاليين حينما تتعدد اتجاهات الرياح ومن ثم مصادر التلوث ، فضلا عن الظروف المناخية المواتية لزيادة مدة بقاء الجسيمات الغبارية عالقة في الهواء لفترات طويلة.

جدول (٤) التلوث بالدخان (خ) والغبار (غ) بالميكروجرام/ م٣

١٩٩٥					
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
يناير خ	٣٥٩٤٧,٦	٥٠,٤	١	١٣٨٧	٧٥٤
يناير غ	٢٢٥٨١,٣	٧٥٢,٧	١٤٠	١٥١٨,٦	٤٦٠٨
فبراير خ	٢٥٦٠٦,٢	٤١,٤	٠	٣١٦	٣٩٨
فبراير غ	١٥١٦٣,٨	٦٣١,٨	٢٠٧,٢	١٤٠٨,٤	٤٢٠٥
مارس خ	٢٦٧٧٥	٣٦,١	١	٣٦١	٣٦٩٨
مارس غ	٢٦٥٣٥	٥٧٦,٩	١٦٨	١٤٩٩,٥	٤٢٥٨
ابريل خ	٢٤٣٤٩,٢	٣٢,٨	١	١٨٦,٧	٣٧٦
أبريل غ	٢٨٠٨٩,٣	٥٦١,٨	١١٥,٥	١٣٥٩,١	٣٦٢١
مايو خ	٢٣٤٨٧,٥	٢٩,٩٦	٠	١٨٦,١	٢٧١
مايو غ	٢١٩٦١,٤	٤٢٢,٣	١١٠	١٣٥٩,١	٢٩٧٤
يونيو خ	١٩٩٢١	٢٦,٢	٠	٣٣٦	٢٨٨
يونيو غ	١٩٥٦٠,٧	٤٤٤,٦	٩٥	١٣٤٨,٨	٣٢٤,٥
يوليو خ	########	٢٩,٩	٢	٤٠١	٣٦٣
يوليو غ	٢٨٨١٥,٨	٥٤٣,٧	١٢٧,٥	١٨٤٧	٤١٢٢
أغسطس خ	٢٣٠٦١,١	٤٠,١	٣	٢٩٢	٤٨٢٤
أغسطس غ	١٨٠٤٣,٦	٥٠١,٢	١٠٨	١٢٧٤,١	٣٩١٩
سبتمبر خ	٢٠١٠٥,٥	٣١,٢	١	٤٣٤	٣٣٥٩
سبتمبر غ	١٩١٥٨,٩	٥١٧,٨	١٢٧,٤	١٢٦٨,٥	٣٨٧٨
أكتوبر خ	########	٢٨,٦	٦	١٨٢	٣٠٩٩
أكتوبر غ	١٣٩٠٧,٤	٥١٥,١	١٣٩,١	٩٧٥,٦	٨٢٩٩
نوفمبر خ	١٧٥٣٤	٣٢,٩٦	٦	٢٥٢	٣٤٣
نوفمبر غ	١٤١٨٨,٩	٥٦٧,٦	٢٢٠,٦	٩٩٢	٢٥٦
ديسمبر خ	١٩٤٩٦	٣٩,٧٩	٢	١٩٧	٣٥٨٩
ديسمبر غ	٧٢٣٢,٥	٥١٦,٦	٢٢٧,٥	٩٩٦,١	٢٩٧٤
١٩٩٦					
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٢٤٠٤٠,٧	٤٧,١	١	٤٤٦	٥٥.٣

يناير غ	١٥٤٢١,٤	٦٤٢,٦	١٧٦,٣	١٣٢٢	٣٥٦,٦
فبراير خ	١٢٥٥٠,٢	٣٨,٩	٣	٢٠٣	٣٦,٩٨
فبراير غ	١٥٣٠,٤	٤١٨,٤	١٩٢٦	٧٤٢	١٧٥,٦
مارس خ	١٧٨٢٢,٥	٣١,٨	١	٢٠٥٤,٤	٨٨,٩
مارس غ	########	٥٩,٨	٢١٦,٧	١٤٥٩	٢٣٠,٧
أبريل خ	١٨٤٦٥,٥	٣٠,٣	٢٤	١٧٢	٢٧,١
أبريل غ	١٦٧٩,٤	٤٩,٣	٩٨	١٢٧٩	٢٧٥,٢
مايو خ	########	٣٠,١	٧	٥١٠	٣٤,٢
مايو غ	١٣١٦٩,٥	٣٨٧,٣	١٢٦	٥١٣	٢٠٦,٦
يونيو خ	٢٣٤٦١	٣١,٦	٢	٢٧٩	٣٤,٦
يونيو غ	١٧٠٤٨,٢	٤٤٨,٦	١٢٢	٥٠٢	٢٤٣,٨
يوليو خ	٢٦٠٤٧,٨	٣٤,٦	٢	١٩٦	٢٩,٩٩
يوليو غ	١٦٨٥٢,٧	٤١٠,٨	١٠٤	٨٦٧,٩	٢١٤,١
أغسطس خ	١٧٠٥٩,٢	٢٦,٨	٧	٢١٠٤	٢٤,٥
أغسطس غ	١٤٤٠٢٦	٣٥١,٣	٨٦,٤	٨٦٣٦	٢٠٦,٢
سبتمبر خ	٢٩٢١٥	٣٧,٤	٢	٣٤٠	٣٥,٦
سبتمبر غ	٢٠٧٠٤٤	٤٠٠,١	١١٦,٥	٩٢٩,٧	١٩٥,٤
أكتوبر خ	٢٤٠٥٨,٣	٢٢,٢	٢	٣٣٦,٣	٢٨,٤
أكتوبر غ	٢٠٣٥٢,٩	٤٢٤	٧٥,١	١٠٧٦,٣	٢٥٣
نوفمبر خ	٢٦٣١٦,٨	٤٠,٤	١	٥٤٣	٤٩,٩
نوفمبر غ	١٦٧,٣٧	٢٩٧,٧	١٤٨	٨٢١	١٨٢,٥
ديسمبر خ	٣١٥٨٠٦	٥٥	١	٤٥١	٦٤,٤
ديسمبر غ	١٣٣٨٢	٢٩٣,٦	١١٨,٦	٨٨٠,٥	١٩٣,٣
		١٩٩٧			
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٥٣٧٩١٧	٥٧,٧	٢	١٥٣٤	٨٠,٩
يناير غ	٣٠٩١٨,١	٤٦١,٥	٨٣	١٤٤٩,٢	٢٥٦,١
فبراير خ	٣١٣٥٧,٦	٤٠,٩٩	٢	٤٢٧	٤٧,٧
فبراير غ	٢٦٥٦٥,٦	٤٢٨,٥	٨٦,٨	١٢٢٧٤,٢	٢٤٢,٤
مارس خ	٣٤٩٧٢,٨	٤١,٤	٠	٣٢٥,٤	٣٦,٩
مارس غ	١٤٩٠٨,٤	٣٣٨,٨	٤٩,١	٨٤٤	١٨٠,٩٧

أبريل خ	٣٤٠٣٢,٥	٤٢,٨	٠	٢٨١	٣٧,٨
أبريل غ	٢٧١٢٢,١	٤٣٧,٥	٧٧,٥	١١٤٠,٦	٢٢١,٤
مايو خ	٣٢٥٢٦,٢	٤٤,٣	٢	٤٥٠	٥١,٦
مايو غ	١٧٧٥٠,١	٥٠٤,٦	٧٨,٧	٢٧٨٦,٥	٣٨٢
يونيو خ	٣٢٠٧٣,٤	٤٠,٣	٢	٤٩٢	٤٨,١
يونيو غ	٢٣٠٥٧,٦	٥٢٤,٧	٦٨,٦	٤٨١٥,٥	٦٨٧,١
يوليو خ	٣٤٣٩٧,١	٣٨,٤	٢	٣٧٥	٣٦,٩
يوليو غ	٢٢٤٢٧,٣	٣٧٣,٩٦	٢١٩	٦١٠٩	١٩٨,٩
أغسطس خ	٣٨٧٠٧,٧	٤٠,٧	١,٢	٥٤٤	٤٣,٣
أغسطس غ	٢٩٥٠٧,٥	٤٣٣,٩	٩٩,١	١٧٤٥	٣٣٦,٨
سبتمبر خ	٣٩٢٦٠,٢	٤٠,٦	٢	٢٢٦	٣٣,٧
سبتمبر غ	٢٨٩٠٣,٢	٣٩٥,٩	٨٧,٢	٦١٩٥	٦١,٣
أكتوبر خ	٣٩٠٠٨,٥	٣٨,٤	١	٢٥٤	٣٤,٢
أكتوبر غ	٢٨٠٣٤,١	٤١٨,٤	٨٧,٤	١٤٦٧	٣٠٧,٤
نوفمبر خ	٥٨١٨٤,٦	٥٨,١	٢	٢٠٢٥	٨٩,٨
نوفمبر غ	٢١١٤٢,٨	٣٧٧,٦	٩٠,٧	٨٩٣,٧	٢٣٠,٢
ديسمبر خ	٥٦٦٩٥,٦	٦٢,٨	١	٩٧٧	٨٦,٢
ديسمبر غ	########	٤٧٨,٢	١٥٩	١٤٨٦	٢٩٢,٥
١٩٩٨					
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٥٤١٠٨,١	٦٥,٧	١	١١١٣	١٣١,٤
يناير غ	٢٦٦٣١,١	٥٠٢,٥	١٠٨	١٢٦٩	٩٧,٧
فبراير خ	٤٠١٤٦,٩	٤٦,١	١	٨٣٧	٦٦,٢
فبراير غ	٢٧٥٨٣,٦	٤٣,٩٩	٦٣,٨	١٢٣١,٣	٣٠١,٦
مارس خ	٤٠١٧٦	٤٩,٧	١	٤٠٨	٥١,٥
مارس غ	٣٢٣٠٩,١	٥١٢,٨	٨٢,٨	٤٦٣٠,٧	٦٥٧,٣
أبريل خ	٣٢٩٩٠,٨	٤٢	١	٥٧٨	٤٣,١
أبريل غ	٢٦٧٦٩,١	٤٩٤,٨	٨٩,٣	١٤١٦	٣٨٨,٤
مايو خ	٤٢٩٤٠,١	٤٣,٢	٠	٤٣٩	٤٧,٢
مايو غ	٢٧٢٨٤,٤	٤٧٠,٤	٧١,٢	١١٩٣	٣١٦,٩
يونيو خ	٤٢٩٢١	٤١,٩٦	٠	٣٨٢	٤١,٣

يونيو غ	٢٨٩٧٠,٢	٤٦٧,٩	٧٦,٤	٢٠٣٨	٣٤٣,٥
يوليو خ	٣٧٧٦١,٤	٤٠,١	١	٥٧٢	٤٤,٤
يوليو غ	٢٧٤٦٦,٧	٤٠٩,٩٥	٥٧	١٤٦٢	٣٣٠,٢
أغسطس خ	٤٧٢٨٨,٢	٤٣,٣	٢	٣٧٢	٣٨,١
أغسطس غ	٢٦٥٩٩,٢	٣٨٥,٣	١٠٨,٦	١٢٨٢	٣٣٠,٩
سبتمبر خ	٥٦٨٠٢,٨	٥٢,١	١	٣٩١,٨	٥٦,٢
سبتمبر غ	٢٣٧٦٢,٥	٤٨٢,٣	٩٢,٨	١٦٧٩	٣١١,٣
أكتوبر خ	٧٠٩٧٩,٧	٦٦,٢	١,٢	٤٠٥	٧٥,٤
أكتوبر غ	٣٠٦٣٢,٦	٥٠٢,٢	١٠٠,٨	١٠١١,٧	٢٧٥,٣
نوفمبر خ	٧٢٩٠٩,٢	٦٧,٩٥	٩	٤٨٨	٦٧,٦
نوفمبر غ	٣٤١٦٤,٧	٥٦٧,٧	١٥٦	١٥٦٢	٣٠٢,٢
ديسمبر خ	٩٢٣٧٥,٢	٩١,٨	١	١٨١٨١	٥٧٦,٢
ديسمبر غ	٢٨٧٦١,٤	٤٩٥,٨٩	١١٧	٩٤٢	٢٢٥,٢

النتـــائج:

١. تعتبر محافظات الغربية والجيزة والشرقية هي أكثر المحافظات تأثرا بكمية التلوث السنوي بالدخان ، بينما تعانى محافظات الصعيد من أعلى كمية تلوث سنوي بالغبار. وتحظى بعض المحافظات الساحلية مثل بور سعيد ودمياط والإسكندرية بأدنى مستويات التلوث بالجسيمات الدخانية والغبارية على السواء.

٢. تتفوق المتوسطات السنوية للتلوث بالغبار مقارنة بمثيلتها بالنسبة للدخان ، بينما يرتفع مجموع التلوث بالدخان عن مثيله من الغبار مما يشير إلى أن مدة بقاء الجسيمات الدخانية العالقة بالهواء أكبر من مثيلتها الغبارية.

٣. يعتبر فصل الشتاء هو أكثر الفصول من حيث متوسط التلوث بالدخان والغبار على حد سواء .

٤. تمتد القمة الشهرية للتلوث بالدخان ما بين شهري أكتوبر ويناير ، بينما تمتد بالنسبة للغبار ما بين شهري يناير ومارس مما يشير إلى ارتفاع مساهمة المصادر البشرية في انبعاثهما وضعف مساهمة المصادر الطبيعية. وتتحكم الظروف المناخية وبعض أحوال الطقس الطارئة في ارتفاع درجة تركيزهما في الطبقة السفلية من الهواء.

٥. يعتبر شهر يناير هو أكثر الشهور التي يتوقع خلالها حدوث التركيزات الشهرية القصوى للتلوث بالدخان ويقابله شهر يونيو بالنسبة للغبار.

التوصيات :

١. توفير قاعدة عريضة من بيانات نوعية الهواء من خلال التوسع في إنشاء شبكة من محطات الرصد البيئي الجوي لتغطي كافة محافظات مصر.

٢. تشجيع إجراء المزيد من البحوث الجغرافية حول المشكلات البيئية وتحديدا مشكلة تلوث الهواء.

٣. الاهتمام بتعميق دراسة مختلف ملوثات الهواء الغازية منها والصلبة ، وبحث أبعاد العلاقة بين مصادر انبعاثها والظروف الطبيعية والبشرية المؤثرة في توزيعها الجغرافي وفى تحديد درجة خطورتها على صحة الإنسان وسلامة البيئة.

المراجع العربية :

١. أمين ، فهمي حسن : تلوث الهواء – مصادره ، أخطاره ، علاجه ، دار العلوم للطباعة والنشر ، الرياض ، ١٩٨٤.

٢. جمهورية مصر العربية : القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ : قانون في شأن البيئة ولائحته التنفيذية بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٩٥ ، الهيئة العامة لشئون المطابع ، الأميرية ، القاهرة ، ١٩٩٨.

٣. جمهورية مصر العربية : الهيئة العامة للأرصاد الجوية : بيانات مناخية شهرية من محطات الرصد الجوي في المحافظات محل الدراسة خلال الفترة الزمنية ما بين يناير ١٩٩٥ – مايو ١٩٩٩.

٤. خيري ، عزت محمد : تلوث الهواء والماء وآثاره على الإنتاج والصحة العامة، الجمعية الجغرافية المصرية ، ١٩٩٣. ص : ١٣ – ٥٤.

٥. دعبس ، يسري : تلوث الهواء وكيف نواجهه ، سلسلة التنمية والبيئة ، العدد الأول ، الطبعة الثانية ، الإسكندرية ، ١٩٩٦.

٦. شاور ، أمال إسماعيل : تلوث الهواء بمدينة حلوان كرد فعل لتدمير الإنسان للبيئة ، الجمعية الجغرافية المصرية ، ١٩٨٨. ص : ٦٧ – ٩٠.

٧. شرف ، عبد العزيز طريح : الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، دار المعرفة الجامعية ، الأسكندرية ، ١٩٨٥.

٨. الشرنوبي ، محمد عبد الرحمن : الإنسان والبيئة ، مكتبة الأنجلو المصرية، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٨١.

٩. الشرنوبي ، محمد عبد الرحمن : مشكلات البيئة المعاصرة ، مطبعة الشروق ، الفيوم ، مصر ، ١٩٩٣.

١٠. الصادق ، عمر محمد : الصناعة وتلوث البيئة في مدينة القاهرة – دراسة تطبيقية على منطقتي شبرا الخيمة وحلوان ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٣. ص : ٦١ – ١٢٨.

١١. عمرو ، محمود حسن : دراسات تأثير المدينة على حركة الهواء كعنصر أساسي من عناصر المناخ الحضري في المناطق المعتدلة والمناطق المدارية ، مقالات مطبوعة ، ١٩٨٨.

١٢. عيسى ، محمد محمود : تقرير عن العاصفة التي هبت على جمهورية مصر العربية في يوم ١٩٩٧/٥/٢.

١٣. غرايبة ، سامح ، ويحيى الفرحان : المدخل إلى العلوم البيئية ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٧.

١٤. العودات ، محمد عبدو ، عبد الله يحيى باصهي : التلوث وحماية البيئة ، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، ١٩٨٥,١٤ – مركز الرصد البيئي ، ١٥ – وزارة الصحة ، معمل تلوث الهواء : بيانات تلوث الهواء بالدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ إلى مايو ١٩٩٩ في ٥٨ محطة رصد بيئي في محافظات مصر.

١٥. يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : أهم ملامح المناخ في مدينة القاهرة ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس ، القاهرة ، ١٩٨٨.

المراجع غير العربية :

1. Bradstreet, J.w. & Others: Primary Air Pollution Assessments of the Air Pollution Potential in Saudi Arabia, for Presentation at the 7 Annual Meeting for the Air Pollution Control Association, Houston, Texas, 1978.

2. Landsberg , Helmut E., : The Urban Climate , Academic Press , London , 1981.

3. Matthews, W. H., : Man's Impact on the climate , Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, U.S. A Second Edition, 1974.

4. Nasrall, M. M., : Air Pollution in Semitropical Saudi Urban Area, Environmental International vol.9,U.S.A., 1983. p: 255-264.

5. Sellers , B. Henderson : Pollution of our Atmosphere Adam Hilger Ltd , Bristol , 1984.

6. Yoshino, Masatoshi, : Climate in a Small Area -An Introduction to Local Meteorology ,University of Tokyo Press, Japan ,1975.

جامعة أسيوط
مجلة كلية الآداب

القحـــط الزراعى في شـــمال سيناء

دراسة في المناخ التطبيقى

إعداد
الدكتورة : ايملى محمد حلمى حمادة
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ـــ جامعة المنوفية

العدد السابع ـــ يوليو ٢٠٠١م

مقـــدمة :

يقصد بالقحط الزراعى انخفاض المحتوى الرطوبى بالتربة في منطقة الجذور مما يحول دون نمو النبات ويتبعه انخفاض في الإنتاجية (فلمنج ١٩٦٨) وذلك لأن رطوبة التربة Soil Mositure هي وسيلة تدبير الاحتياجات المائية للمزروعات ذات نظم الرى العامة.

ومما يذكر ، أنه قد يتواجد القحط الزراعى مع توافر المياه ولكن انحدار التربة يتسبب في انخفاض مستوى الرطوبة للتربة في منطقة الجذور ، ولذا ينبغي التخطيط طويل المدى للحد من سلبيات القحط في المناطق شبه القاحلة وشبه الرطبة للتقليل من خسائره ، مع ضرورة التنظيم الجيد للمراعى والدواب الموجودة بناء على المعرفة المحلية والإقليمية لتكرار احتمالات القحط.

ويشتمل القحط الزراعى على عدة أنواع من اهمها :

١- القحط المائي:

يعد أكثر أنواع القحط أهمية من الناحية الهندسية حيث أن له تأثيراً كبيراً نسبياً على الصناعة ومناخ المدن ونقص مستوى البحيرات والخزانات وانخفاض مستوى الماء الأرضي. هذا فضلاً عن كون جميع مظاهر القحط مرتبطة ارتباطاً تاماً بمفهوم أساسي ألا وهو نقص الماء. ولذا يجب لدراسته معرفة البيانات الإحصائية للأمطار والإمدادات المائية الرئيسية المطلوبة للزراعة مثل الرى ورش المحاصيل وشرب الدواب وغسيل الأدوات والخضراوات وتخفيف ونقل النفايات (العرق والبول) وللوقاية من الصقيع (باستخدام الرى بالرش) ومقاومة الحرائق وفى التبريد وتكييف الهواء (في الزراعات المحمية – تكييف حظائر الحيوان والدواجن) وكمثال غير متوقع لنقص المياه مثلاً تجمد المجارى المائية والبرك... وغيرها أثناء فصل الشتاء أحياناً.

٢- القحط الجوى:

ويحدث عندما تزداد درجة جفاف الهواء (أي عندما يكون الفرق كبيراً بين ضغط بخار الهواء المشبع وضغط بخار الماء في الهواء) بارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة وزيادة فترة سطوع الشمس مجتمعة في وقت واحد بمصاحبة رياح جافة بسرعات معتدلة أو نشطة مما يؤدى آلي زيادة سرعة وقوة عملية النتح من أوراق النبات في ظل وجود رطوبة تربة مناسبة فربما تكون حركة الماء غير كافية لمقابلة احتياجات النتح وتفقد أنسجة النبات حيويتها وتنخفض فاعلية التمثيل الضوئي Photosynthesis. ويمكن الحصول على نتيجة مماثلة في حالة قوة متوسطة فقط إذا كان الماء الأرضي (الذي ربما يكون كاف عند قياسه كمحتوى رطوبي) يستطيع التحرك في التربة ببطء وانخفاض درجة الحرارة يقلل من حركة الماء (وفى النهاية يتوقف في التربة المتجمدة) ويطلق عليه القحط الفسيولوجى Physiological Drought[١] ويجب عند دراسة القحط الجوى دراسة الاستهلاك المائي للنبات.

٣- القحط الارضي:

يقصد به تأثير الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة في محتواها المائي مثل انحدار التربة وقوة تماسك حبيباتها[بنية التربة Soil Structure] نسيج التربة Soil Texture والمسامية Porosity والملوحة Salinity والقلوية Alkali مما يستوجب زراعة أصناف وفصائل قادرة على البقاء تحت ظروف التربة الجافة جداً.

وينبغي التنويه إلى أن القحط ليس أساسياً في حدوث وانتشار حرائق المزروعات ولكن تزايد فترات القحط يزيد من فرصة حدوثها.

١- على عبد القادر ١٩٩٣ ص ٢٦١

ويوجد كثير من النماذج الرياضية لتقييم مخاطر الحريق وتعتمد أساساً على سرعة الرياح والمحتوى الرطوبي للزراعات وفي حالة الرطوبة في الحجم الكلي تكون أساس الاتزان المستمر والتي تحدد من النموذج

معامل اليوم (ن) = ن١ (معامل اليوم السابق) -٣,٩٤ (م-٠,١) + ت

حيث م = كمية المطر مقدرة بالمليمتر للأربع وعشرين ساعة السابقة.

(م - ٠,١) لكي تعطى صفر للقيمة السالبة (التبخر والنتح). ومن أهم التأثيرات الذي يسببها هذا القحط هو التمهيد لمزيد من المخاطر الجوية آلتي يتبعها انخفاض في خصوبة الأراضي وفيما يعرف بانجراف التربة بفعل الرياح (الانجراف الريحي) الذي يرتبط بعلاقة عكسية مع المحتوى الرطوبي للتربة. إذ كلما انخفضت رطوبة التربة كلما قلت قوة تماسك حبيباتها مما يؤدى إلى زيادة الانجراف هادسون (١٩٧١) وعلى ذلك فالمناطق المعرضة للتآكل هي تلك المناطق آلتي يتراوح فيها كمية المطر السنوي فيما بين ٢٥٠ - ٣٠٠ مليمتراً وجدير بالذكر هنا ، أهمية وضرورة توفر الماء لنجاح عمليات التسميد إذ تحتاج الأسمدة للماء لتذوب فيه وتتسرب إلى مناطق الجذور بالتربة ، وقلة الماء تؤدى إلى عدم الاستفادة من تسميد الأرض. هذا فضلاً عن كون انخفاض كمية المطر المرغوب فيها سواء من الأسمدة أو من المبيدات الحشرية من التربة.

ويتبع تراكم هذه المخلفات آلي تغير في التركيب الطبيعي والكيميائي للتربة مما قد يؤدى آلي انخفاض درجة خصوبتها وينعكس ذلك بالضرورة على إنتاجيتها.

ويؤثر القحط الأرضي أيضاً في فاعليات تجهيز الأرض للزراعة إذ يؤثر نقص رطوبة التربة عن الحد الذي يسمح بعملية البذر وبالتالي عملية

الإنبات وتكون البادرات وكذلك اضطراب سطح الأرض الرملية أو الطينية الجافة بالحراثة (أو حتى بتحريك الحيوانات).

ويعمل القحط أيضاً على المساهمة في زيادة بعض الآفات والأمراض وبالتالي يقلل من كمية المحصول لأن الهجوم الناجح للآفات أو الأمراض يتطلب ظروف بيئية تسمح فقط للآفات والحشرات للمعيشة والنمو وكذلك تواجد العائل النباتي أو الحيواني بحالة تسمح بإصابته في وقت معين من السنة.وتعتمد كذلك كفاءة استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات بالرش أو التعفير على الرطوبة آلتي تغطى أنسجة النبات فإذا انخفضت الرطوبة انعدمت الاستفادة من المبيدات ، وإذا ارتفعت فقد المبيد.

الاستهلاك المائي للنبات:

ويقصد به ما يفقد من الماء بالنتح Transpiration وبالتبخر Evaporation فضلاً عن كمية الماء الذي تمتصه جذور النبات وتستهلك في بناء أنسجته ويمر خلال أوراقه إلى الجو الخارجي بالإضافة إلى ذلك الجزء المستنفذ بالتبخر من سطح الأرض والسطوح المائية أو سطوح أوراق النبات وكذلك مياه الندى والأمطار ومياه الري بالرش المتبخرة دون أن يمتصها النبات كلها تعتبر جزء من الاستهلاك المائي الكلى. وكثيرا ما يطلق على الاستهلاك المائي اصطلاح Evapotranspiration ويستخدم اصطلاح Actual Evapotranspiration للدلالة على البخر نتح الفعلي أما اصطلاح Potential Evapotranspiration الذي اقترحه تران تويث فيرمز إلى الكمية القصوى المستهلكة من الماء ويعرف بأنه معدل البخر نتح المحدد أساسا بالظروف الجوية من سطح ممتد مزروع بمحصول اخضر قصير نشيط النمو ويغطى سطح الأرض تماما بطول متجانس ولا يعانى نقصا في الرطوبة الأرضية[1]. والاحتياج المائي Water Requirement يعرف بأنه

١- شرف، ١٩٨٠ ص ١٨٢

كمية الماء المستهلكة (بالبخر نتح) لإنتاج الوحدة الواحدة من المادة الجافة للنبات المستهلك للماء بالبخر نتح من وحدة المساحة لسطح الأرض. وبناء على ذلك فإن الاحتياج المائي يصبح مساويا لكمية الماء المستهلكة بالبخر نتح مقسوما على إنتاج المادة الجافة من وحدة المساحة المزروعة بالمحصول.

طبيعة البخر والنتح

تتشابه عمليتي التبخر والنتح في فقد الماء بكل منهما على صورة بخار إلى الهواء الخارجي. وتتميز عملية التبخر من السطوح الطبيعية كسطح الماء والأرض الجرداء أو الغطاء النباتي بكونها عملية انتشار إذ ينتقل الماء خلالها في صورة بخار من السطح المتبخر إلى الهواء ولما كان الهواء في حالة سريان تدريجي فان طبيعة عملية البخر لايمكن اعتبارها انتشارا جزئيا في اغلب الأحيان ولذا فهناك شرطان أساسيان لابد من توافرهما لعملية التبخر وهما :

(أ) توفر مصدر للحرارة ليحول السائل إلى بخار وقد يكون هذا المصدر في صورة طاقة شمسية (رياح حارة) على سطح التبخر أو طاقة كامنة اسفل هذه السطوح.

(ب) نسبة العجز بين ضغط بخار الماء المشبع Saturation Vapour Pressure وضغط بخار الماء العادي Vapour Pressure حتى تتم عملية الانتشار وانتقال البخار إلى الهواء الخارجي بمعنى وجوب زيادة تركيز بخار الماء عند سطح التبخر عنه في الهواء المحيط به. وتعتبر الطاقة الشمسية هي المصدر الأساسي للطاقة الحرارية اللازمة لعملية البخر فالمعروف أن الطاقة الشمسية تصل إلى سطح الغلاف الجوى بمعدل قدره سعرين لكل ٢سم

في الدقيقة غير أن جزء كبيرا من هذه الطاقة ينعكس أو يتشتت أو يرتد إلى الفضاء ولا يؤثر في ميزانية الطاقة عند سطح الأرض.

ويمكن التعبير عن الميزانية الحرارية بالصورة التالية :

$$R_s - R_r - R_w = H_a + H_s + H_e$$

Where

R_s Incoming SoLar Radiation الإشعاع الشمسى المستقبل من الشمس

R_r Reflected SoLar Radiation الإشعاع الشمسى المنعكس

R_w Net outgoing longwave radiation صافى الإشعاع الشمسى الطويل

H_a Sensible heat flow into the air تدفق الحرارة المحسوسة إلى الهواء

H_s heat flow into the soil تدفق الحرارة إلى التربة

H_e Evaporation heat, or latent heat flow into the air

تدفق الحرارة الكامنة الناتجة من التميز إلى الهواء

الطاقة الشمسية

هي مصدر الطاقة اللازمة للتبخر والنتح ولذا ينخفض معدليهما عندما تقل شدة هذه الطاقة. وتعمل الطاقة الشمسية على رفع درجة حرارة الأجسام التي تمتصها مثل درجة حرارة الأوراق المعرضة للشمس فترتفع عن حرارة الجو المحيط بها حينما تتساوى باقي العوامل الجوية. ونتيجة لارتفاع حرارة الأوراق يرتفع الضغط البخاري للهواء بالثغر حيث يعتمد ضغط التشبع للهواء الملامس للسطوح الرطبة على درجة حرارتها فيزداد الضغط البخاري بالورقة عن الهواء الملامس لها مما يؤدى إلى زيادة فقد الماء.

عملية التبخر وتستلزم طاقة كامنة تؤخذ بعضها من حرارة الورقة نفسها ، وتنخفض درجة حرارة سطح الورقة نتيجة النتح ، إذ أن العالم Cates قد قدر سرعة النتح بحوالي ٠,٠٠٠٥ جرام في الدقيقة ويتبع ذلك انخفاض في الطاقة بحوالي ٠,٣ كالورى[١] نتيجة للبخر غير أن درجة

(١) Chang, Jen Hu.,: Climate and Agriculture, Chicago, 1977, P. 128.

حرارة الأوراق المعرضة لضوء الشمس المباشر تبقى أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط نتيجة لامتصاصها الطاقة الشمسية بينما تنخفض حرارة الأوراق الموجودة بالظل.

تأثير حركة الرياح :

يؤدى سكون الهواء حول الأوراق إلى زيادة تدريجية في الضغط البخاري فينخفض معدل النتح ، بينما تؤدى سرعة الرياح إلى إزاحة طبقة الهواء الملامس لسطح الأوراق بعيداً وإحلال محلها طبقة هواء أخرى اكثر جفافاً فيستتبع ذلك وجود عجز في الضغط البخاري وبالتالي زيادة معدل النتح كلما زادت سرعة الرياح.

تأثير الرطوبة النسبية :

يرتبط معدل النتح بعلاقة عكسية مع الرطوبة النسبية إذ يرتفع مقدار الفاقد بعملية النتح كلما انخفضت الرطوبة النسبية للهواء. أما بالنسبة لفاعلية ارتفاع درجة حرارة الهواء في فقد الماء (في حالة ثبات كمية بخار الماء في الهواء) فان ارتفاع الحرارة سيؤدى إلى انخفاض الرطوبة النسبية مع ثبات الضغط البخاري بالرغم من أن ارتفاع الحرارة سيؤدى إلى ارتفاع حرارة الأوراق مما يستتبع زيادة ضغط التشبع للبخار عند سطح الورقة والمحصلة لذلك هي زيادة عجز الضغط البخاري في الورقة عن الهواء المحيط وبالتالي زيادة النتح.

الاحتياج المائي للنبات :

يعتمد الاحتياج المائي للنبات على العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي وبناء النبات. ويمكن إجمال هذه العوامل في ثلاثة عوامل رئيسية هي عوامل النبات ، عوامل التربة والعوامل المناخية.

١. عوامل النبات :

وتشمل مجموعة العوامل آلتي تتحكم بصورة مباشرة أو غير مباشرة في سرعة وحجم الاستهلاك المائي بواسطة النبات ومن ثم في كمية الاحتياج المائي وهى :

[أ] طبيعة عمل الثغور :

تختلف أجناس النبات في مواعيد نموها وأعماق جذورها وكثافتها والمسافات بينها وأطوالها واتجاهاتها. و تشير كل هذه الاختلافات إلى حتمية الاختلاف في استهلاكها المائي. وقد تتساوى النباتات في (البخر نتح الممكن) كما تتساوى النباتات متشابهة الألوان في قيمة معامل الانعكاس وحيث انه يصعب توفر غطاء تام لسطح الأرض بالنبات خصوصا في المراحل الأولى لنموه مما يقلل من استهلاكه المائي عن البخر نتح الممكن. كذلك تشذ بعض المحاصيل عن هذه القاعدة ومن أمثلتها الأناناس إذ يقل استهلاك نباتاته الكثيفة التي لا تعانى من نقص الرطوبة عما يستهلكه نبات نجيلي كثيف النمو تحت الظروف ذاتها. وقد يرجع ذلك إلى طبيعة عمل ثغور الأناناس إذ عادة ما تغلق بالنهار وتفتح بالليل بعكس معظم النباتات كذلك يزداد معدل نتحه بعد زراعته عند زيادة حجمه وتمام نموه.

[ب] انعكاس الطاقة الشمسية من النباتات :

يؤثر انعكاس الطاقة الشمسية من النباتات على صافى الطاقة المستغلة في عملية البخر نتح إذ تتوقف على لون النبات ونسبة السطح المغطى من التربة بالغطاء النباتي ، وعلى التركيب البنائى له. وتشير نتائج الدراسات التي أجريت في هذا الصدد. إلى أن الانعكاس من معظم المحاصيل الكثيفة النمو يتراوح بين ٢٠ إلي ٣٠% ، بينما الانعكاس من الأرض غير المنزرعة يختلف من ١١ إلى ٢٣% ، ولا يتعدى هذا الاختلاف في قيمة الاستهلاك المائي بين النباتات نتيجة لاختلافها في الانعكاس ٢٥%. ويعزى

التباين في تأثير نسبة الغطاء النباتي إلى ارتباطه بمعامل الانعكاس وبمقدار الفقد النسبي للماء بالتبخر من سطح التربة وبالنتح من النبات. وبينما يقل فقد الماء بالتبخر بسرعة كبيرة بعد يوم أو اثنين من الري أو الأمطار ، إلا أن نفس الدرجة من التأثير لا يصل إليها النبات إلا بعد أسبوعين. وتشير معظم الدراسات إلى أن معدل استهلاك الماء يزداد بزيادة نسبة السطح المغطى من التربة بالنبات حتى ٥٠% مع زيادة الفقد من المحاصيل النامية بتربة رطبة عن تلك النامية بتربة جافة.

[ج] عدد النباتات المنزرعة :

ويؤثر عدد النباتات المنزرعة بالحقل في الاستهلاك المائي تأثيراً مشابهاً لتأثير نسبة الغطاء النباتي. إذ انه في حالة توفر الرطوبة الأرضية بدرجة كافية لكل من النبات وسطح الأرض فان الاستهلاك الكلى للماء لا يتأثر بعدد النباتات أو غيرها من العوامل المؤثرة في صافى الطاقة الإشعاعية عند سطح الأرض ، بينما يتأثر فقط بنسبة التبخر إلى النتح. أما في حالة جفاف السطح فان التبخر سوف يصبح محددا ويتأثر مقدار الماء المستهلك بالنتح عندئذ بعدد النباتات مما يؤدى إلى الإقلال من الاستهلاك الكلى وزيادة الفقد في الطاقة الحرارية بانخفاض عدد النباتات.

٢. عوامل التربة:

تقلل العوامل الأرضية من الاستهلاك المائي حينما ينتقل الماء إلى سطوح التبخر بما لا يتناسب مع قدرات الجو المحيط على إحداث التبخر والإقلال من امتصاص الطاقة وتحد من انتقال البخار أو الحرارة من والى سطوح التبخر. ومما يذكر أن معدل تجفيف الأرض البور يتناسب طرديا مع محتواها الرطوبى وعكسيا مع الزمن فعندما تقل قدرة الأرض على توصيل الماء إلى السطح بمعدل يتناسب مع معدل التبخر يجف سطحها. و يتوقف معدل توصيل الماء إلى السطح التبخر على عدة عوامل هي :

[أ] قوام التربة *Soil Texture* وملامح سطحها وتعاقب طبقاتها :

يؤثر على سعتها لخزان الماء ، الأراضي خشنة القوام وذات البناء الحبيبى تحتوى على رطوبة اقل من الأراضي ناعمة القوام عند نفس قيم الشد الرطوبى لأن كمية الماء القابلة للتبخر تكون اقل في الأراضي الرملية عن الطينية.

سعة المخزون الرطوبى للتربة *Moisture Storage Capacity*

وتبلغ سعة المخزون في التربة العادية ١٠ سم وقد يرتفع إلى ٣٠ سم ويصل في التربة الفيضية إلى ٤٠ سم أو اكثر[١].

[ب] معامل التوصيل الهيدروليكي :

يرتفع في الأراضي الرملية عن الأراضي الطينية أثناء الشد الرطوبى المنخفض والعكس عند الشد الرطوبى المرتفع إذ يؤدى إلى سرعة حركة الماء لأسفل عقب الري وبطئه لأعلى عند الجفاف في الأراضي الخشنة تلك الناعمة. ويستتبع ذلك أن الأراضي الرملية تفقد كمية اقل من المياه بفعل التبخر مقارنة بالأراضي الطينية. ويساعد أيضا وجود طبقات خشنة القوام أو بطيئة النفاذية بالقطاع الرأسي للتربة على احتفاظه برطوبة أعلى بعد ريه عما إذا كان متجانسا في صفاته مما يزيد من احتمالات البخر إذا ما كانت مثل هذه الطبقات تقع خلال عمق قدره ١٠٠ سم.

[ج] عمليات الخدمة للأراضي :

تعتبر التغيرات التي تحدث في بناء الطبقة السطحية من القطاع الرأسي للتربة (١٠-١٥سم) نتيجة لعمليات الخدمة وإضافة المادة العضوية وبقايا المحاصيل مهمة بالنسبة لقدرة هذه الطبقة على توصيل الماء إلى السطح أو حيث يتم التبخر (ولا يتعدى ٥ سم في السطح).

---

(١) Chang, 1977, P.199.

فإذا ما احتوت هذه الطبقة على حبيبات مركبة (قطرها اكبر من ملليمتر) أدى ذلك إلى فقدان الاتصال بخط مسار الماء مما يسبب إقلال الحركة لأعلى وبالتالي انخفاض معدل التبخر كما يحدث في الأراضي آلتي تتميز بقوامها الخشن في طبقتها السطحية. ومما أن تشقق الطبقة السطحية من التربة يساعد على زيادة معدلات التبخر ومن ثم زيادة جفافها.

[د] لون وانحدار واستواء سطح التربة :

أما من حيث علاقة الأرض بامتصاص الطاقة الإشعاعية فان اللون والانحدار ودرجة استواء السطح وبقايا المحاصيل الموجودة عليه كلها عوامل تؤثر على معدل الاستهلاك المائي. إذ أن الأرض الفاتحة اللون تعكس نسبة أعلى من الأشعة الساقطة عن الأرض الداكنة ، كما أن زيادة المادة العضوية والمحتوى الرطوبى تقلل من الانعكاس. ويؤثر ميل الأرض على زاوية سقوط الأشعة على سطحها وبالتالي يؤثر في كمية الطاقة المكتسبة لوحدة المساحة حيث أن السفوح الشمالية تمتص قدرا اكبر من الأشعة الساقطة عن تلك الجنوبية بينما يقل الفرق بين السفوح الشرقية والغربية وجدير بالذكر أن هذا التأثير النسبي يختلف من فصل لآخر حسب تغير زاوية سقوط الأشعة. هذا فضلاً عن مساهمة بقايا النبات في الإقلال من الطاقة المكتسبة حيث إنها تعكس قدرا من الأشعة اكبر مما تعكسه الأرض. وتعمل صافى الأشعة المكتسبة بالأرض على لرفع درجة حرارتها وبالتالي تبخر الماء وتسخين الهواء الجوى مباشرة.

[هـ] معامل التوصيل الحراري للأرض :

ويتحدد معامل التوصيل الحراري للأرض Thermal Conductivity بكثافتها وتركيبها المعدني ومحتواها الرطوبى. حيث أن ارتفاع الكثافة والمحتوى الرطوبى تزيد من التوصيل الحراري لزيادة التلامس بين حبيبات الأرض ، أما السطوح الجافة فتستغل الطاقة في تسخين الهواء. وحيث أن معدل التبخر يكون بطيئا تحت هذه الظروف فان طبقة الهواء الساخن هذه

تعمل كعازل يقلل من التبخر. أما في الأراضي الرطبة فتنتقل الطاقة داخل الأرض وتؤدى إلى زيادة سرعة وكفاءة عملية التبخر مما ينعكس سلباً على المحتوى الرطوبى للتربة[1]. وتعمل بقايا النباتات Organic wastes كعازل يقلل من التبادل الحراري فتبقى حرارة الأرض منخفضة نسبيا في أواخر الشتاء الربيع وأواخر الصيف وادفأ في الخريف وأوائل الشتاء. وحينما تجف الطبقة السطحية ينتقل الماء لها في الصورة البخارية ويتحدد معدله في هذه الحالة بمعامل الانتشار وبمسامية الطبقة المسار خلالها. وتعمل الطبقات العازلة من الأغطية النباتية على الحد من معدل التبخر بالإقلال من الطاقة المنتقلة للأرض وكذلك انطلاق البخار منها.

٣. العوامل المناخية :

هناك الكثير من المعادلات التجريبية التي تربط بين القياسات المناخية والاستهلاك المائي وعادة ما تنطبق هذه المعادلات على ظروف منطقة بعينها وفقا لنوع النبات وموسم ومراحل نموه مما يستدعى تغيير ثوابت هذه المعادلات تبعا لتغير الموقع والظروف البيئية المحيطة.

ومن هذه المعادلات التجريبية ما يعتمد على الطاقة الإشعاعية ومتوسط درجة الحرارة والرطوبة والتبخر من أوعية خاصة ويمكن استعراض بعضاً منها :

[أ] طريقة بلانى وكريدل

لقد توصل بلانى وكريدل إلى معادلة تجريبية بسيطة تربط بين الاستهلاك الفعلي ومتوسط درجة الحرارة الشهري وكمية ضوء النهار ومعامل يتوقف على المحصول. وربما كانت هذه الطريقة من اكثر الطرق شيوعا لتقدير الاستهلاك المائي الشهر إذ كثيراً ما يلجأ إليها الباحثون في حالة عدم توفر البيانات المناخية المطلوبة لغيرها في الطرق ، وكذا صعوبة

(١) Mather, J., 1974, p.170.

التقدير والحساب. إذ تمتاز بسهولتها وبساطتها علاوة على استنادها لحد ما على أهم العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي وإمكانية التوصل باستخدامها إلى قيم شهرية مقبولة للاستهلاك المائي. وفى المعادلة محاولة للأخذ في الاعتبار لتأثير المحصول على الاستهلاك المائي غير أن ذلك المعامل الخاص بالمحصول والذى يعتبر عنصرا أساسيا للمعادلة قد تتعذر معرفته تحت الظروف المحلية لمنطقة ما مما يستدعى ضرورة العمل على إيجاده وتأخذ المعادلة الصورة التالية :

$$ET_q = K \times F = K \times \left(\frac{p \times t}{100} \right)$$

حيث تقدر المكونات التالية لنفس الفترة الزمنية

ET_q الاستهلاك المائي بالبوصة

F مجموع معاملات الاستهلاك المائي

K معامل تجريبي (سنوي لموسم الري أو لموسم النمو ٩) يتوقف على نوع المحصول

T متوسط درجة الحرارة (ف°)

p نسبة عدد ساعات النهار في فترة ما بالنسبة لعددها في السنة

ويمكن استخدام معادلة بلانى و كريدل لإيجاد قيمة الإستهلاك المائي الفعلي بوحدات المتر المكعب للفدان في فترة زمنية معينة من العلاقة التالية :

$$ET_q = 1.8\ K \times p\left(t + 18\right)$$

T متوسط درجة الحرارة (م°)

قيمة K يجب تقديرها تحت الظروف السائدة ، وهناك بعض الجداول آلتي تبين هذه القيم لمتوسط موسم النمو وكذلك في فترة أقصى احتياج مائي حيث تتوقف قيمته على متوسط درجة الحرارة الشهرية ومرحلة نمو

المحصول. ويمكن الاستدلال على الظروف الجوية والمناخية السائدة في منطقة ما من واقع بيانات اقرب محطة أرصاد جوية لها.

وتوجد معادلة مطورة لمعادلة بلانى و كريدل لحساب البخر نتح المطلق كالتالي:

$$ET_o = C\left[P\ (0.46\ T + 8)\right] \quad mm\ /\ day$$

ET_o المتوسط اليوم للبخر نتح المطلق خلال الشهر المعني

T المتوسط اليومي للحرارة خلال الشهر مقاسه ب (م°)

P متوسط عدد ساعات النهار في الشهر

C معامل تصحيح يعتمد على الرطوبة النسبية الصغرى ، وعدد ساعات سطوع الشمس ومتوسط سرعة الرياح خلال النهار.

[ب] طريقة معادلة بينمان المعدلة

عند وضع إناء على النار يتوقف كمية بخار الماء المتصاعد على مقدار الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء من النار وعند تغطية الإناء فإن بخار الماء يتكاثف على الغطاء ويرتد ثانيا إلى الماء المتبخر وتكون محصلة التبخر صفرا وعندما يكون الغطاء يسمح نسبيا بنفاذ جزء من بخار الماء إلى الهواء فإن كمية الماء المتبخر تتناسب عكسيا مع مساحة الغطاء. ويعتمد البخر نتح على عاملين رئيسيين هما جزء الإشعاع الشمسي كمصدر للطاقة الحرارية وقابلية الهواء للتشبع ببخار الماء. وتكون المعادلة على النحو التالي :

$$ET_o = -C \times (W \times RN) + C\ (1 - W) \times F(U) \times (EA\ \ ED - ED)$$

ولحساب كل مقدار في هذه المعادلة نتبع الأتي :

(١) حساب ضغط بخار الماء المشبع EA و ED على الترتيب من العلاقة:

$$EA = 6.108 \times Exp\left(17.27 \times \frac{T}{(T+237.3)}\right)$$

$$ED = EA \times \frac{RH}{100}$$

وترجع هذه العلاقة إلى Tetens وهنا تكون T هي درجة الحرارة بالوحدات المئوية. وRH هي الرطوبة النسبية.

(٢) لحساب دالة الرياح من العلاقة :

$$F(U) = 0.27 \times \left(1 + U \times \frac{CUH}{100}\right)$$

حيث U هي متوسط سرعة الرياح بالكيلومتر/ يوم ، وتبلغ :

CUH =1 , U (Km/day)
CUH=86.4 , U (M/S)
CUH=24 , U(Km/hour)
CUH=14.9 ,U(miles/hour)

وهذه القيم لل CUH على ارتفاع مترين ويمكن تعديلها على آي ارتفاع من العلاقة

$$CUH = 1.555 \times H \wedge (-0.1874)$$

حيث H ارتفاع مسجل الرياح.

(٣) حساب المعامل الوزنى :

$$W = \frac{DL}{DL + GM}$$

$$\text{where } DL = \frac{EA}{T_K} \times \left(\frac{6790}{T_K} - 5.028\right) \quad , \quad T_K = T + 273$$

(٤) حساب صافى الإشعاع الشمسي RN :

$$RN = RNS - RNL$$

حيث RNS هو صافى الإشعاع قصير الموجة ، RNL هو صافى الإشعاع طويل الموجة.

ويمكن حساب RNS من العلاقة:

$$RNS = (1-\alpha)\times\left(A+B\times\frac{N}{NN}\right)\times RA$$

حيث

RA : الإشعاع الشمسي على قمة الغلاف الجوى

N : فترة سطوع الشمس الواقعية.

NN : فترة سطوع الشمس الممكنة.

α : معامل انعكاس الإشعاع الشمسي (الألبيدو)

A,B : ثوابت تعتمد على متوسطات عوامل مناخية

A=0.25 & B = 0.50

وحساب RA يكون من المعادلة:

$$RA = 15.54\times\frac{NL\times XX + YY\times sin\left(NL\right)}{\left(SL\right)^{\wedge}2}$$

حيث SL معامل تصحيح وNL نصف طول اليوم.

$$XX = sin\left(\text{sun declination}\right)\times cos\left(\text{latitude}\right)$$
$$YY = cos\left(\text{sun declination}\right)\times sin\left(\text{latitude}\right)$$

حيث NL تحسب من العلاقة

$$NL = ar\,cos\left(\frac{-XX}{YY}\right)$$
$$NN = 7.6394\times NL + 0.1$$

حيث NN طول اليوم بالساعات

NL طول اليوم بالـradial و ٠,١ معامل تصحيح لانعكاس الشروق والغروب، و٧,٦٣٩٤ هي ٢٤مقسومه على ٣,١٤٥٧٢٦

ويمكن حساب J من العلاقة:

$$J = INT\left(30.42 \times MJ - 15.23\right)$$

حيث MJ رقم الشهر، وJ رقم اليوم المتوسط في الشهر.

ويمكن حساب J من العلاقة:

$$J = INT\left(10.16 \times DJ - 15.23\right)$$

حيث DJ رقم الفترة الثلث شهرية، وJ رقم اليوم المتوسط في الفترة الثلث شهرية.

ويمكن حساب J أيضا من العلاقة:

$$J = 4 + 7 \times \left(WJ - 1\right)$$

حيث WJ رقم الأسبوع، وJ رقم اليوم المتوسط في الأسبوع.

ولحساب (RNL (Long Wave Radiation تتبع المعادلة التالية:

$$RNL = \sigma \times TK^{\wedge 4} \times \left(0.34 - 0.044 \times ED \wedge \tfrac{1}{2}\right)\left(0.1 + 0.9 \times \frac{N}{NN}\right)$$

حيث $\sigma = 0.9835\ E^{-9}$ (ثابت ستيفن بولتزمان) وT متوسط درجة الحرارة (مئوية) وED ضغط بخار الماء بالمليبار.

ويمكن كتابة المعادلة السابقة على النحو التالي :

$$RNL = 8.7274 \times E^{-12} - (7.7273) \times \left(ED \wedge \tfrac{1}{2}\right) \times \left(1 + 9 \times \frac{N}{NN}\right) \times (T + 273)^{\wedge 4}$$

ولحساب معامل التصحيح C من العلاقة:

$$C = 0.6817 + 0.002786 \times RHM + 0.01818 \times RNS - 0.06825 \times WD + 0.01265 \times 1.75 + 0.00973 \times WD \times 1.75 + 0.00004325 \times RHM \times RNS \times WD - 0.00000009212 \times RHM \times RNS \times 1.75$$

حيث RHM القيمة العظمى للرطوبة النسبية %.

RNS الإشعاع الشمسي في اليوم mm/day

WD متوسط سرعة الرياح.

ولحساب RS من العلاقة:

$$RS = 1.33 \times RNS$$

حيث RNS صافى الإشعاع قصير الموجة للمحصول

ولحساب WDN تتراوح من ١,٥ آلي ٢

ونحسب WD من العلاقة:

$$WD = \frac{U}{86.4} \times 2 \times \frac{WDN}{(1 + WDN)}$$

حيث WD متوسط سرعة الرياح خلال اليوم من الساعة ٧٠٠ آلي ١٩٠٠

U سرعة الرياح ب كم / يوم

ملاحظة :

$$U\ day\ time = U\ day \times 1.33$$

[ج] طريقة وعاء البخر القياسي pan - A- Class

<u>مواصفاته :</u> دائري الشكل قطره ١٢٠,٧ سم وعمـــقـــه ٢٥ سم مصنوع من الصلب المجلفن وسمكه ٠,٨مم يوضع فوق قـــاعـــدة خشبـــيـــة سمكهـــا ١٥سم أعلى مستوى سطح الأرض ويجب أن تكون التربـــة على مسافـــة ٥ سم من قـــاع الوعـــاء لمنع التبادل الحراري بين التربـــة والوعـــاء.

قواعد استخدام الوعـــاء :

١. أن يكون أفقياً.
٢. مملوء بالماء بحيث يترك مسافـــة من ٥ إلى ٧,٥ سم من حافته.
٣. يوضع بالقرب منه جهاز قياس المطر.
٤. يوضع الوعاء وسط مساحة مزروعة بالحشائش القصيرة ولا توجد حواجز أو مباني حولـــه في مساحـــة ٢٠متراً × ٢٠متراً وذلك لكي تكون الرياح والإشعاع الشمسي معبرة عن الواقع.

القياســـات :

١. تسجيل على خرائط.
٢. بواسطة الميكرومتر باستخدام البئر الساكن.
٣. بالمخبار.

حساب البخر نتح الممكن (ETO) من قراءة البخر من الوعاء E_{pan}:

$$1 - ETO = K_p \times E_{pan}$$

حيث K_p هو معامل وعاء البخر.

الدراســـة

يهدف هذا البحث إلى دراسة القحط على منطقة شمال جزيرة سيناء من خلال دراسة بيانات محطات هيئة الأرصاد الجوية في رفح والعريش كما يوضحها الجدول التالي :

جدول (١) إحداثيات محطتي العريش ورفح ومدة التسجيل

Table (1): Locations of some meteorological stations used for estimating the climatic data for North Sinai.

No.	Meteorological Station	Location		Elevation (m)	Duration of data recorded
		Latitude (N)	Longitude (E)		
1	El-Arish	31° 16′	33° 45′	15.0	1936-67 & 84-99
2	Rafah	31° 17′	34° 14′	6.7	1953-56 & 94-99

جدول (٢) المعدلات المناخية للعريش للفترة ما بين ١٩٨٤ - ٢٠٠٠

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة الحرارة الصغرى مْ	مجموع المطر ملم	البخر ملم	رياح عقدة/ساعة	الرطوبة النسبية %
يناير	١٩,٣	٨,٦	٢٠,٤	٣,٥	٤,٩	٧١
فبراير	١٩,٩	٩,٣	١٨,٦	٣,٨	٥,٨	٦٩
مارس	٢١,٣	١٠,٧	١٢,٨	٤,٣	٥,٨	٦٧
أبريل	٢٣,٧	١٣,٣	٧,٠	٤,٥	٤,٩	٦٧
مايو	٢٦,٩	١٦,٢	٤,٠	٤,٦	٤,٨	٦٧
يونيو	٢٨,٩	١٨,٨	صفر	٤,٦	٤,٥	٦٨
يوليو	٣٠,٦	٢١,٣	صفر	٤,٧	٤,٣	٧٢
أغسطس	٣١,٢	٢١,٩	٠,٢	٤,٥	٤,٢	٧٤
سبتمبر	٢٩,٨	٢٠,٤	٠,٥	٥,٠	٤,٣	٧٢
أكتوبر	٢٨,٣	١٨,٠	٦,٢	٤,٧	٣,٨	٧١
نوفمبر	٢٥,٤	١٤,٤	١٦,٩	٣,٩	٤,١	٧٣
ديسمبر	٢١,٥	١٠,٢	٢٤,٣	٢,٥	٤,٦	٦٦

جدول رقم (٣) المعدلات المناخية لرفح

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة لحرارة الصغرى مْ	مجموع المطر ملم	البخــر ملم	ريـــاح عقدة/ساعة	الرطوبة النسبية %
يناير	٢٠,٢	٧,٨	٣١,٣	٣,٤	٥,١	٧٢
فبراير	٢١,٧	٩,٥	٣٧,٢	٣,٧	٨	٧٠
مارس	٢١,٦	٩,٦	٣٤,٦	٤,٢	٨	٦٩
أبريل	٢٣,٩	١٢,٦	١٤,٢	٤,٢	٧	٦٨
مايو	٢٦,٧	١٤,٩	٠,١	٤,٧	٨	٦٨
يونيو	٢٩,٢	١٨,٣	٤,٥	٤,٧	٧	٦٩
يوليو	٣٠,٨	٢٠,٤	صفر	٤,٨	٧	٧٤
أغسطس	٣١,٦	٢١,٣	صفر	٤,٦	٧,٢	٧٦
سبتمبر	٣٠,٥	١٩,١	صفر	٤,٩	٧,١	٧٤
أكتوبر	٢٨,٨	١٧,٥	٢,٢	٤,٦	٥,١	٧٤
نوفمبر	٢٤,٣	١٣,١	٩٤,٥	٣,٨	٣,٢	٧٥
ديسمبر	١٩,٨	٩,٤	٩٠	٢,٤	٣,٤	٧٠

يمثل الجدول رقم (٢) المعدلات المناخية للعريش للفترة من ١٩٨٤ حتى٢٠٠٠ ويتضح من الجدول أن شهور يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر تكاد تخلو من المطر، أي يسودها الجفاف خلال فصل الصيف وأوائل فصل الخريف. بينما يكون أعلى معدل للمطر في الشهور على التوالى ديسمبر ويناير وفبراير ونوفمبر ومارس وهكذا يمتد موسم المطر من أواخر فصل الخريف ويستمر خلال شهور الشتاء وحتى أوائل فصل الربيع مع وجود قمة مطر واضحة خلال فصل الشتاء. ويمثل الجدول رقم (٣) المعدلات المناخية لرفح للفترة من ١٩٩٥ حتى ٢٠٠٠. إذ يتضح تشابه خصائص المطر في كل منهما خاصة فيما يتعلق بالفترة الجافة. وتظهر قمتين للمطر في محطة رفح الأولى في أواخر فصل الخريف وأوائل الشتاء خلال شهري نوفمبر وديسمبر ، والثانية وهى الأقل في أواخر الشتاء وأوائل الربيع خلال شهري فبراير ومارس. ويرجع هذا الاختلاف في موسم المطر لكل منهما لما يتميز به المطر الإعصاري Cyclonic Rain (نوع المطر في منطقة شمال سيناء)

من تذبذب كميته وفصليته من محطة لأخرى وفى ذات المحطة من سنة لأخرى لارتباطه بالانخفاضات الجوية المتوسطية. إذ يتوقف مطر المنطقة على عدد الأعاصير وكمية رطوبتها هذا من ناحية ومن ناحية أخرى ، يؤثر شكل خط الساحل وامكانية تعامد مسار الأعاصير عليه في كمية المطر ولعل في ذلك ما يفسر زيادة كمية المطر السنوي في جملته بمحطة رفح ليعادل اكثر من ضعف مطر محطة العريش.

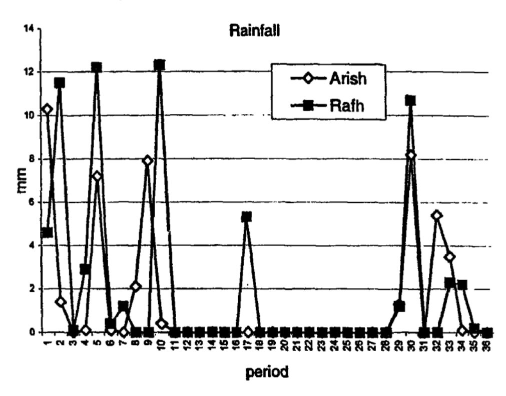
ويؤدى ارتباط موسم المطر في شمال سيناء (محطتي العريش ورفح) بالشهور الباردة نسبياً إلى ارتفاع فاعلية المطر Rainfall Effectiveness. وقد ساعد ذلك على انتشار زراعة القمح والشعير والأشجار متساقطة الأوراق في شمال سيناء بالاعتماد على الزراعة البعلية بشكل رئيسي مع الاتجاه إلى الرى التكميلي عند الحاجة خاصة بالنسبة لمحصول القمح الذي يحتاج إلى تعويض المستهلك من رطوبة التربة إذا ذاد عن ٦٠% في الطبقة السطحية[١].

ومن واقع البيانات اليومية لمحطتي الأرصاد الجوية الزراعية بالعريش ورفح لمدة خمسة سنوات للفترة من ١٩٩٦ حتى ٢٠٠٠ ودراسة المتوسطات للعناصر الجوية لكل عشرة أيام (عدد ٣٦ فترة في السنة) ، يتضح من الشكل رقم (١) التالي أن كميات الأمطار خلال شهور الخريف والشتاء مناسبة لزراعة الشعير والقمح وأشجار الفاكهة المتساقطة وبعض أصناف من الخضر مثل الطماطم والخيار.

(١) مرسى ، مصطفى ، ١٩٧٩. ص٣٤٠.

شكل رقم (١)

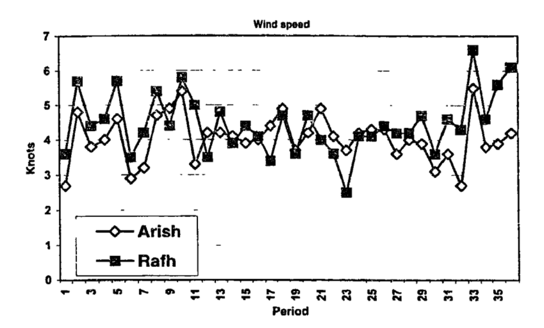
يمثل مجموع كميات الأمطار لكل عشرة أيام



ولدراسة الجفاف على المنطقة لابد من حساب البخر نتح الممكن من معادلة بينمان المعدلة والتى تتطلب معلومية درجات الحرارة للنهار ومتوسط سرعة الرياح والإشعاع الشمسي (كمية السحاب) والرطوبة النسبية خلال كل فترة. ويمثل الشكل رقم التالي متوسط سرعة الرياح خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

الشكل رقم (٢)

متوسط سرعة الرياح خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

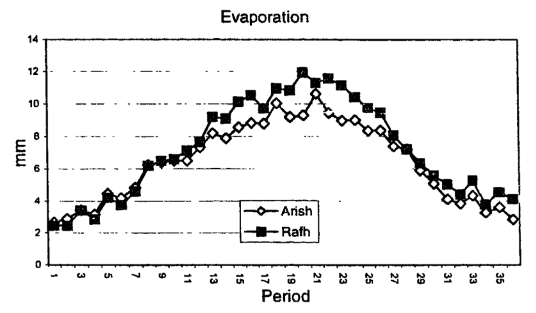


ويمثل الشكل التالي متوسط التبخر من وعاء البخر القياسي من طراز " أ " خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

الشكل رقم (٣)

متوسط التبخر من وعاء البخر القياسي

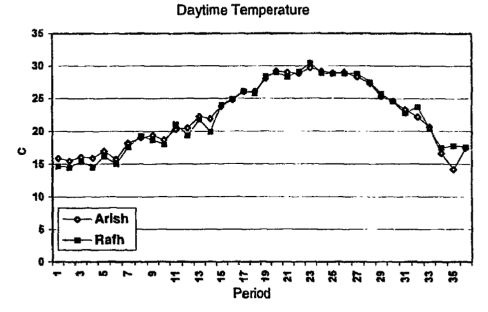
من طراز " أ " خلال كل فترة على محطتي الدراسة.



ويمثل الشكل (٦) التالي متوسط حرارة النهار خلال كل فترة على محطتي الدراسة

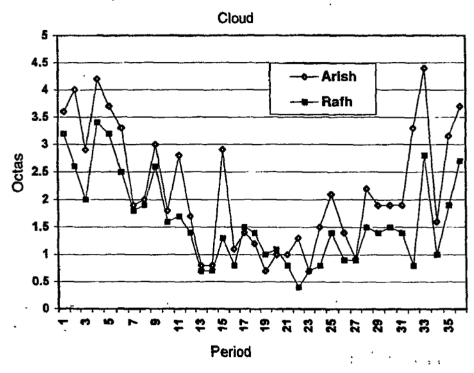
الشكل رقم (٤)

متوسط حرارة النهار خلال كل فترة على محطتي الدراسة



الشكل رقم (٥)

متوسط كمية السحاب خلال كل فترة على محطتي الدراسة



ويمثل الشكل التالي الفرق بين البخر نتح الممكن وكمية المطر خلال كل فترة إذ يتضح أن فترة الخريف تكون رفح أكثر احتياجا لمياه الرى التكميلي من العريش ويرجع السبب آلي زيادة متوسط سرعة الرياح في رفح عن العريش وهو ما أوضحته حسابات معادلة بينمان ولم يظهره البخر من الوعاء القياسي. ونجد في فصل الشتاء يتساوى تقريبا الاحتياج لمياه الرى التكميلي بالمحطتين. ويفضل اتباع أساليب الرى الحديثة الرى بالرش Sprinkling Irrigation ، والرى بالتنقيط Trickling Irrigation الذي يعتمد على توزيع الماء على نقط الارتواء بدون الغمر باستخدام شبكة أنابيب تركب عليها فوهات نضاضة Trickers Emitter وتعطى سرياناً مناسباً من الماء يتراوح بين ١-٢جالون/ساعة[١].

ويجب التنويه أن تكون كميات مياه الرى في حدود المقنن المائي [هو أقل كمية من مياه الرى يلزم توفيرها لمساحة محدودة من الأراضي الزراعية تبعاً لنوع تربتها ونوع المحصول المزروع لتعطى أفضل إنتاجية] لتجنب سلبيات الرى الزائد Over irrigation.

وفى نفس الوقت الحيلولة دون تعرض المحصول لنقطة الذبول Wilting Point أو العجز المائي Water deficit الذي يحدث حينما يفقد النبات ٥٠% تقريباً من المياه المتاحة في نطاق الجذور Root Zone خاصة حينما تزيد الكمية المفقودة بالتبخر نتح عن كمية مياه المطر بمقدار ٧٦ ملليمتراً تقريبًا[٢]. ولعل في ذلك ما يظهر أهمية جدولة عملية الرى Irrigation Sckeduling.

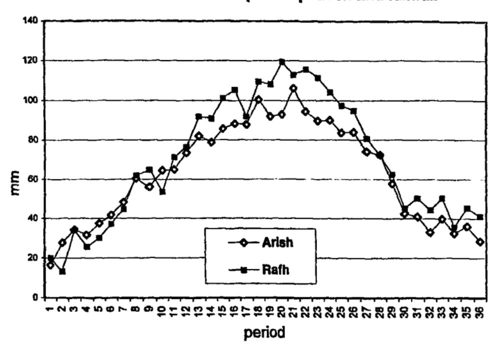
---

(١) العوضى ، محمد نبيل : الرى بطريقة النضيض ، مجلة كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، ١٩٨٠. ص ص ١٨ ، ٨٠.

(٢) Smith, K., 1975, p.99.

الشكل رقم (٦)

يمثل الفرق بين البخر نتح الممكن وكمية المطر خلال كل فترة



ويبدو من الوهلة الأولى أن المعدلات المناخية للمحطتين مناسبة للزراعة سنويا ولكن بعد دراسة التنبؤ المستقبلي للمطر على العريش يتغير المفهوم وفقا لنتائج الدراسة التالية

تم تجميع كميات المطر السنوية على العريش في الفترة من ٨٤ حتى ١٩٩٧ وإجراء المتوسط المتحرك لكل خمسة سنوات للحصول على بيانات متجانسة حتى يمكن استقراء اتجاهات التغير الحالي في كميات المطر والتنبؤ المستقبلي بكمياتها واتجاهاتها سواء بالنقص أو الزيادة وجد أنها موجة يمثلها النموذج الرياضي الآتي:

The sine wave Squared Model:

$$Y = a_0 + a_1 \sin\left(\frac{2\pi X}{a_3} + a_2\right)^2$$

with $R_2 = 0.93$ $a_0 = 33.835$ $a_1 = -14.078$

$a_2 = -7.264$ $a_3 = 830.195$

حيث X تأخذ قيمة ٣٦٠ درجة عند عام ١٩٨٨ وتزيد سنويا بمقدار ٢٢,٥ درجة ثم بعد الحصول على تنبؤ مستقبلي للبيانات المتجانسة يمكن الحصول على بيانات لكميات الأمطار السنوية المتوقعة بمعلومية أربع سنوات سابقا وفقا للمعادلة التالية :

$$X_e = 5 \times Y - (\Sigma X_i), \qquad i = 1, 2, 3, 4$$

Where

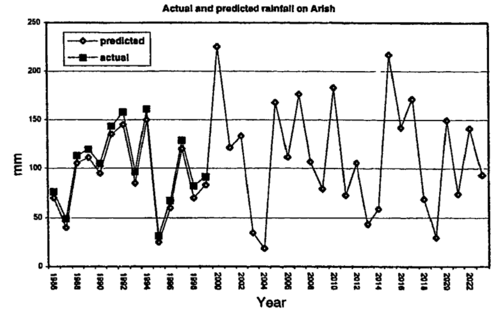
X_e is the forecasted yearly sum of the next year,

Y is the climatologically normal of rainfall giving from the model

X_i are the yearly sum of rainfall of the four previous years.

الشكل رقم (٧)

يبين التنبؤ المستقبلي لمجموع كميات الأمطار السنوية



ويتضح من الشكل السابق أن أعوام ٢٠٠٣ ، ٢٠٠٤ ، ٢٠١٣ ، ٢٠١٤ ، ٢٠١٨ ، ٢٠١٩ يحتمل تعرض المنطقة خلالها لفترات جفاف حيث يقل المجموع السنوي للمطر عن ٦٠ملم. سنويا ويجب الاتجاه إلى تعظيم الفائدة من مياه الرى بإتباع أساليب جديدة للرى مثل الزراعات المائية والزراعات المحمية لتقليل كميات البخر نتح وأيضا أقلمة الزراعات على مياه مخلوطة بمياه البحر والمياه الجوفية ومياه الآبار.

النتائج:-

تذبذب كمية المطر بالمنطقة يحد من إمكانية الإعتماد الكلى على الزراعة البعلية حتى فى السنوات غزيرة المطر.

يسود منطقة شمال سيناء مناخ شبه جاف ولذا تعظم أهمية الرى التكميلى لنجاح الزراعة بالمنطقة.

التنبؤ بالقحط خلال الأعوام ٢٠٠٣، ٢٠٠٤، ٢٠١٣، ٢٠١٤، ٢٠١٨، ٢٠١٩ مما يستدعى تدبير الإحتياجات المائية للزراعة خلال تلك السنوات.

التوصيات:-

(١) يفضل إتباع أساليب الرى الحديثة مثل الرى بالرش Sprinkling Irrigation الذى يعتمد على توزيع الماء على نقط الأرتواء بدون الغمر بإستخدام شبكة أنابيب تركب عليها فوهات نضاضة Trckers Emitter

وتعطى سريانا مناسبا من الماء يتراوح بين ١-٢ جالون / ساعة (العوضى ١٩٨٠ ص ص ١٨-٨٠)

(٢) ضرورة التحكم فى كميات مياه الرى فى حدود المقنن المائى (هو أقل كمية مياه رى يلزم توفيرها لمساحة محدودة من الأراضى الزراعية تبعا لنوع تربتها ونوع المحصول المزروع لتعطى أفضل إنتاجية) لتجنب سلبيات الرى الزائد Over Irrigation

(٣) ترشيد المزارعين بأهمية عدم تعرض المحاصيل الزراعية لنقطة الذبول Wilting Point أو العجز المائى Water Deficit الذى يحدث حينما يفقد النبات ٥٠% تقريبا من المياه المتاحة فى نطاق الجذور Root Zone خاصة عندما تزيد الكمية المفقودة بالبخرنتح عن كمية مياه المطر بمقدار ٧٦ ملليمترا تقريبا (Smith, K., ١٩٧٥, pp.٩٩)

الحرص الشديد على تعظيم الفائدة من مياه الرى بالتركيز على الزراعات المحمية بهدف تقليل الفاقد من البخر نتح.

توفير مياه الرى من مصادر جديدة مثل مياه الصرف الصحى بعد معالجتها كيميائيا وخلطها بمياه البحر

الإهتمام بجدولة عملية الرى Irrigation Scheduling سواء عدد المرات أو أوقات الرى بما يتناسب مع الظروف الجوية السائدة بهدف خفض الفاقد من مياهه.

المراجـــع :

أولاً : المراجع العربية :

١. أبو العطا فهمي هلالي : الطقس والمناخ – دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الأسكندرية ، ١٩٨٧.
٢. شرف ، عبد العزيز : مناخ الكويت ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٧٩.
٣. مرسي ، مصطفى على : أسس إنتاج محاصيل الحقل ، القاهرة ، ١٩٧٩.
٤. علي ، عبد القادر عبد العزيز : التغيرات المناخية وأثرها على البيئة ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة. ص ص : ٢٤١ – ٢٧٢.
٥. العوضي ، محمد نبيت : الري بطريقة النضيض ، مجلة كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود. ص ص : ١٨ – ٨٠.

ثانياً :- المراجع الاجنبية :

6. Chang,Jen-Hu(1997); Climate and Agriculture,Chicago
7. FAQ; Croup Water Requirments.
8. Mather,John(1974).Climatology.Fudamentals & Applications, McGrow Hill,U.S.A.
9. Smith.k. (1975): Principles of Applied Climatology,JohnWiley & Sons,New York.
10. Trewartha,T&Lyle H(1980). An Introduction to Climate,Mc-Graw Hill.U.S.A.
11. WMO 392: Drought and Agriculture Technical note no 138.
12. WMO; Meteorology and Agriculture.

مركز الحضارة العربية
مجلة فكر وإبداع
إصدار متخصص علمي جامعي محكم

خصائص المطر على ساحل مصر الشمالي

دراسة في الجغرافيا المناخية

إعداد
الدكتورة / إيملي محمد حلمي حمادة
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ـ جامعة المنوفية

العدد الحادي عشر ـ سبتمبر ٢٠٠١ م

مقـــــدمه :

يعتبر المطر أهم مظاهر تكاثف بخار الماء في الهواء.وتكمن أهميته في كونه العنصر الأساسي لمختلف مظاهر الحياة على سطح الأرض ، فضلا عن إسهامه بدرجات متفاوتة في تشكيل قشرة الأرض بالعديد من الظاهرات الطبيعية التي تشهد على غزارة المطر أو ندرته عبر العصور الجيولوجية.

ويتمتع عنصر المطر في الساحل الشمالي المصري على البحر المتوسط بأهمية خاصة تكمن في :

- إن الموقع الفلكي لجمهورية مصر العربية قد فرض سيادة الظروف المناخية الصحراوية وشبه الصحراوية على الأراضي المصرية باستثناء هذا الساحل الشمالي الذي يمثل الحد الهامشي الجنوبي لإقليم مناخ البحر المتوسط (٣٠ - ٤٠ درجة شمالا). إذ يمتد حوالي نصف دائرة عرضية ما بين ٥٦ ٣٠ ° شمالا إلى ٣٣ ٣١ ° شمالا. وقد كان هذا السبب الرئيسي في استحواذ هذا الساحل على أكبر نصيب من المطر في مصر على الإطلاق.
- يعتبر هذا الساحل الشمالي المستقبل الأول لجميع المؤثرات البحرية - أهمها عنصر المطر - قبل توغلها في الأراضي المصرية.
- يبلغ طول الساحل الشمالي حوالي ١٠٠٠ كيلو مترا من السلوم غربا إلى رفح شرقا[١] ممثلا الحد الفاصل بين الخصائص المناخية لطبقة الهواء الملامسة لسطح مياه البحر المتوسط من جهة الشمال ، والظهير الزراعى في الدلتا وشبه الصحراوي والصحراوي في هامشه الجنوبي

---

(١) يوسف ، ١٩٩٨ - ص ٢١١.

إذ أن الأجزاء الواقعة إلى الجنوب من دائرة عرض ٢٨ درجة شمالا عديمة المطر[١].

- يتوزع على طول الساحل الشمالي اثنا عشرة محطة رصد مناخي. ترصد جميعها عنصر المطر - بنسبة تبلغ حوالي ١٩ % من إجمالي محطات الرصد التي تغطى جمهورية مصر العربية[٢] مما يؤكد أهمية المؤثرات البحرية الرطبة القادمة من البحر المتوسط وتباين توزيعها على طول الساحل مما يستدعى ضرورة رصدها بهدف توظيفها والاستفادة منها.
- يعد المطر العنصر الأساسي للتمييز بين ساحل البحر المتوسط وظهيره من ناحية ، ومن ناحية أخرى ، يكاد يكون المطر هو المورد الوحيد للمياه على طول هذا الساحل. ولذا يسعى سكانه إلى الاستفادة القصوى من مياه المطر من خلال تجميعها في شكل جريان سطحي ، وإقامة السدود الترابية في مواضع مختارة على طول مجارى الأودية بهدف حجز مياه السيول وتخزينها تحت السطح في الكثبان الرملية الساحلية. وقد بلغ عدد هذه السيول الترابية والحجرية ١١٦ سدا على طول الساحل بسعة تخزينية تصل في جملتها إلى أكثر من ٣٠٠ر٠٠٠ متر مكعب[٣].
- تبلغ مساحة المراعى الطبيعية المزدهرة بأجود الأنواع النباتية ذات القيمة الغذائية المرتفعة ، تبلغ حوالي أربعة ملايين فدان جنوب خط الساحل فيما بين مدينتي الأسكندرية والسلوم[٤].

---

(١) محسوب ، ١٩٩٢. ص ٢٠٩.
(٢) الأطلس المناخي لمصر ، ١٩٩٦.
(٣) محسوب ، ١٩٩٢. ص ٢٢٩.
(٤) المصدر السابق ، ص ٢٨.

أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى :

- إبراز أهمية عنصر المطر على طول الساحل الشمالي من خلال دراسة كميته الشهرية والفصلية والسنوية وتحديد إمكانية الاعتماد عليه.
- تحليل الخصائص الإحصائية للمطر لتحديد توزيعه ودرجات تباينه ومعدلات انحرافه ومعاملات اختلافه عن معدله في كل محطة على حده وعن المعدل العام للساحل.
- الحكم على كميته من حيث الغزارة أو الندرة في كل محطة من خلال تحديد كميات المطر والفترة الزمنية اللازمة لسقوطها مرة أخرى على ذات المحطة.
- الوقوف على اتجاهات التغير في كمية المطر السنوية وما إذا كانت نحو الزيادة أو النقصان في كل محطة خلال سنوات الدراسة.
- التنبؤ بكمية المطر خلال عدد من السنوات في بعض المحطات لمحاولة أخذ الاحتياطات اللازمة في سنوات الجفاف ، والتخطيط الأمثل للاستفادة منها في السنوات غزيرة المطر.

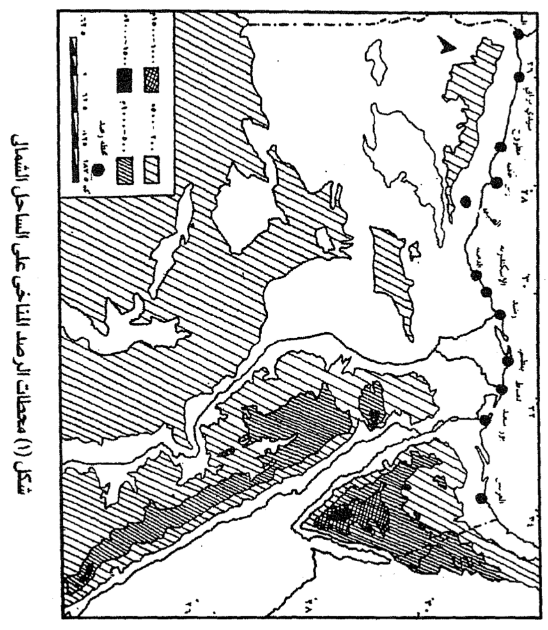
فرضيات البحث :

أن هناك اختلاف في نصيب كل محطة من المطر وإن كمية المطر تتأثر بموقع المحطة بالنسبة لخطوط الطول ، أي بالاتجاه شرقا في منصرف الرياح الغربية والشمالية الغربية السائدة وفى نفس اتجاه حركة المنخفضات الجوية وتناقص رطوبتها.

أن شكل الساحل يتحكم في كمية المطر ، إذ تزيد في الأجزاء التي يتعامد فيها الساحل مع اتجاه الرياح السائدة ، بينما ينخفض المطر في الأجزاء التي يمتد فيها خط الساحل محاذيا الرياح السائدة.

الدراســـــة :

يعتمد البحث في دراسة عنصر المطر على بيانات إحدى عشره محطة تمتد مدة الدراسة في أغلبها إلى ٣٠ سنه كما يوضحها جدول (١) وشكل (١) .



شكل (١) محطات الرصد المناخي على الساحل الشمالي

المصدر : يوسف عبد المجيد فايد وآخرون / مناخ مصر ١٩٩٤ م

جدول (١) محطات الأرصاد المستخدمة بالدراسة

المحطة	دائرة العرض شمالا		خط الطول شرقا		الإرتفاع عن سطح	سنوات الدراسة	المعدل السنوي
	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	البحر بالمتر		لعدد الأيام > ٥ مم
العريش	٣١	٥	٣٣	٥٠	٣٠,٥٧	١٩٨٦-١٩٩٧	٥,٧
بور سعيد	٣١	١٦	٣٢	١٧	٠,٨	١٩٦٨-١٩٨٦	٣,٣
دمياط	٣١	٢٥	٣١	٤٩	١,٩٨	١٩٦٨-١٩٩٧	٦,٣
بلطيم	٣١	٣٣	٣١	٦	١	١٩٦٨-١٩٩٧	١٠,٨
رشيد	٣١	٢٤	٣٠	٢٤	١,٧	١٩٦٨-١٩٩٧	٩,٦
الأسكندرية	٣١	١٢	٢٩	٥٦	-١,٧٨	١٩٦٨-١٩٩٧	١٠,٩
الدخيلة	٣١	٨	٢٩	٤٨	٢,٥٣	١٩٦٨-١٩٩٠	١٠
الضبعة	٣٠	٥٦	٢٨	٢٨	١٧	١٩٦٨-١٩٩٧	٥,٣
رأس الحكمة	٣١	١٤	٢٧	٥٢	٩١,٣٤	١٩٦٨-١٩٨٢	٦,٣
مطروح	٣١	٢٠	٢٧	١٣	٢٥	١٩٦٨-١٩٩٧	٧,٦
السلوم	٣١	٣٢	٢٥	١١	٤	١٩٦٨-١٩٩٧	٤,٤

م: المعدل السنوى لعدد الأيام ذات كمية المطر أكبر من مم

المصدر: الهيئة العامة للأرصادا الجوية: بيانات غير منشورة عن محطات الساحل الشمالى خلال الفترة من ١٩٨٦ - ١٩٩٧ م

ويمكن دراسة عنصر المطر من خلال بحث العناصر التالية :

- فصلية المطر
- شهور قمة المطر
- تركز المطر
- كمية المطر السنوي
- درجة الاعتماد على المطر
- تكرارية أنماط المطر
- دورة المطر والتنبؤ المستقبلي

أولا : فصلية المطر :

يمكن تتبع الكمية الفصلية للمطر - تنازليا على النحو التالي :

١. المطر الشتوي :

يغلب المطر الشتوي على الساحل الشمالي بمعدل يبلغ ٩ر٩٠ ملم. وتتراوح كميته بين ٨ر٥١ ملم كحد أدنى في محطة السلوم و ٤ر١٥٠ ملم في محطة رشيد كحد أقصى. ويتراوح نصيبه من أجمالي المطر السنوي بين

٥٦% و ٧ر٧٠% في السلوم والدخيلة على التوالى كما يتضح في جدول (٢) وشكل (٢).

ويرتبط المطر الشتوي بنشأة المنخفضات الجوية Atmospheric depressions على البحر المتوسط الذي يكون بمثابة بحيرة من الضغط المنخفض محصورة بين منطقتين من الضغط المرتفع الاوراسى القطبي والضغط المرتفع دون المدارى فوق الصحراء الكبرى. وتصل منخفضات البحر المتوسط وبعضها امتداد للمنخفضات الأطلسية (تختلف منخفضات البحر المتوسط عن المنخفضات الأطلسية في كونها صغيرة المساحة وضحلة ولا ينخفض ضغطها عن ٩٩٠ ملليبار وتصاحبها اضطرابات ضعيفة وطقس متقلب لفترة قصيرة ومطر قليل قياسيا بالمنخفضات الأطلسية[١]) وتتحرك من الغرب إلى الشرق بمتوسط سرعة يتراوح ما بين ٢٠ – ٣٠ كم/ساعة[٢] وتتبع هذه المنخفضات الجوية في مسارها الجنوبي، تتبع جنوبي حوض البحر المتوسط من المحيط الأطلنطي عبر مضيق جبل طارق ، وتتحرك أيضا من خليج سرت إلى شرقي البحر المتوسط[٣] وتصل هذه المنخفضات إلى محطات الساحل الشمالي في صورة رياح غربية وشمالية غربية وجنوبية غربية بنسب تكرار تبلغ ٦٨% و ٥٥% و ٤٢% لكل من السلوم ومرسى مطروح والعريش على التوالى.

وترتفع سرعة الرياح في أثناء تحرك المنخفضات الجوية على الساحل الشمالي ويسهم أيضا عامل استواء السطح فوق مياه البحر المتوسط (اختفاء تأثير عامل الاحتكاك في خفض سرعة الرياح) في ارتفاع سرعتها ليبلغ متوسطها على محطة مرسى مطروح ١٩ كم / ساعة[٤].

---

(١) جودة ، ١٩٨٩. ص ١٠٥.
(٢) شرف ، ١٩٧٨ ص ١٤١ ، ١٤٨.
(٣) البنا ، سنة ١٩٧٠ ، ص ١٣١.
(٤) فايد وآخرون ، ١٩٩٤.

وتتميز هذه الرياح الغربية باتجاهاتها الثلاث بكونها رياح بحرية رطبة ترتفع رطوبتها النسبية، وحينما تبلغ درجة حرارتها نقطة الندى dew point تتشكل السحب الركامية وسحب الركام المزنى فيسقط المطر بكميات تختلف باختلاف سمك السحب وكمية رطوبتها

ويتوقف نصيب محطات الساحل الشمالي من مطر المنخفضات الجوية على موقعها بالنسبة للقطاعات المختلفة للمنخفض ، وعنف المنخفض وقوته وكمية رطوبته ، هذا فضلا عن موقعها بالنسبة لخط سير المنخفض. وإذ تتعامد تيارات المنخفضات الجوية والرياح المصاحبة لها على خط الساحل في النطاق المحصور بين محطتي رشيد والإسكندرية ، تحظى محطات رشيد والإسكندرية والدخيلة بأكبر معدلات مطر شتوي بلغ على التوالى ٤ر١٥٠ ملم و ٧ر١٣٥ ملم و ٥ر١١٨ ملم. ويمثل نصيب المطر الشتوي في هذه المحطات على التوالى ما نسبته ٥ر٦٧ % و ٤ر٦٩ % و ٧ر٧٠ % من معدل المطر السنوي لكل منها.

٢. المطر الخريفي :

يحتل المطر الخريفي المركز الثاني من حيث المعدل الفصلي للمطر على محطات الساحل الشمالي إذ يبلغ ٣ر٣٠ ملم. ويتراوح بين ٤ر١٤ ملم في محطة العريش و ٣ر٤٤ ملم في محطة رشيد.

ويبلغ نصيب معدل المطر الخريفي من أجمالي معدل المطر السنوي على سائر محطات الساحل ٦ر٢١% ، وهكذا فإن معدل نصيب المطر الشتوي يتفوق على المطر الخريفي بثلاث أمثال تقريباً.

ويتراوح نصيب المحطات من المطر الخريفي بين ١٤% في محطة العريش كحد أدنى في أقصى الشرق (٥٠ ٣٣ ° شرقا) وبين ٢٩% في محطة رأس الحكمة في الغرب (٥٢ ٢٧ ° شرقاً) ، أي ضعف نصيبه في

الأولى تقريبا. وهكذا فان مساهمة المطر الخريفي من إجمالي المطر السنوي تنخفض بالاتجاه شرقاً.

ويكاد يقتصر المطر الخريفي على شهر نوفمبر في سائر المحطات (باستثناء محطة السلوم ومرسى مطروح حيث يتقارب نصيب شهري أكتوبر ونوفمبر من أجمالي المطر السنوي) حينما تختفي الكتل الهوائية الصيفية الجافة لتحل محلها تيارات قطبية بحرية باردة تنشأ في شمال المحيط الأطلنطي وتصل إلى مصر عن طريق فرنسا ووسط أوروبا وإيطاليا. ويؤدى مرورها على مياه البحر المتوسط الدافئة نسبياً إلى عدم استقرارها. وتتكون المنخفضات الجوية التي يقل عددها وتضعف مع استمرار تحركها شرقاً ، ومن ثم تنخفض رطوبتها وكمية المطر الناتجة عنها كما هو الحال في محطة العريش.

أما المطر الخريفي في محطتي السلوم ومرسى مطروح فيغلب عليهما العواصف الرعدية الخريفية لارتباطها بمرور المنخفضات الجوية على هذا الجزء من الساحل مبكراً خلال شهر أكتوبر الذي يحظى بنصيب ١٣% في كل منهما مقابل ١٢% لشهر نوفمبر كل منهما أيضا.

وترتبط هذه المنخفضات الجوية بسيادة الرياح الشمالية باتجاهاتها الثلاث بنسب تكرار يبلغ معدلها مثلا على محطة الإسكندرية ٧٣%(١) بسرعات منخفضة في بدايات فصل الخريف قبل اكتمال الضغوط الجوية المؤثرة، وإن كانت سرعتها ترتفع نسبياً في أثناء مرور المنخفضات الجوية.

٣. المطر الربيعي :

ينخفض نصيب فصل الربيع من كمية المطر السنوي مقارنة بفصلي الشتاء والخريف بمعدل يبلغ في محطات الساحل الشمالي ١٩٫٨ ملم. وهكذا

(١) فايد وآخرون ، ١٩٩٤.

فان نصيب الساحل الشمالي من المطر الشتوي يعادل أربعة أمثال ونصف تقريباً نصيبه من المطر الربيعي.

ويتراوح معدل المطر الربيعي بين ٣ر١٠ ملم في محطة الضبعة وبين ٨ر٢٧ ملم في محطة رشيد.وتبلغ مساهمة المطر الربيعي من أجمالي المطر السنوي على محطات الساحل ٩ر١٤% ، وتتراوح هذه النسبة بين ١ر٨% في محطة الضبعة كحد آدني وبين ٢٤% في محطة العريش كحد أقصى ، وهكذا فان نصيب محطات الساحل من المطر الربيعي تزيد بالاتجاه شرقا عكس الحال بالنسبة للمطر الخريفي.

ويرتبط المطر الخريفي بتصارع الكتلة القارية المدارية مع الكتلة البحرية المدارية في أثناء تحرك المنخفض السوداني شمالا. فتنشأ حالة عدم الاستقرار يتبعها التيارات الهوائية الصاعدة بسبب بداية تسخين سطح اليابس والماء ، ومن ثم ارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لهما بينما يكون أبرد وأكثر رطوبة في الطبقات العليا مما يتيح الفرصة لتكون السحب وسقوط مطر يصاحبه برق أحيانا.

وتسيطر الرياح الشمالية الغربية ربيعاً بمعدل تكرار تبلغ نسبته ٢٩ % ، ٣١,٩% ، و ٢١,٤% على محطات الضبعة ، ودمياط ، والعريش على التوالى ، ويرتفع أيضا تكرار هبوب الرياح الشمالية الشرقية وان كانت نسبة تكرارها اقل من الرياح الشمالية الغربية ، إذ تبلغ ٤ر٢٠ % في السلوم ٥ر ٢٢% في الإسكندرية وتنخفض إلى اقل مستوى لها في محطة العريش بنسبة تكرار ٩% فقط[1].

(١) فايد وآخرون ، ١٩٩٤.

٤. المطر الصيفي :

يكاد ينعدم المطر الصيفي على الساحل الشمالي وسقوطه خلال شهري يوليو ، وأغسطس يعد آمرا في غاية الندرة إذ لا يتجاوز نصيبه ٠,١% على سائر المحطات ، ويصل اكثر نصيب له ٠,٦ % في محطة السلوم.

وترتبط ندرة المطر الصيفي على الساحل الشمالي بسيادة منطقة الضغط المرتفع الازورى الذي يتزحزح ويتسع شمالا مع حركة الشمس الظاهرية – كنطاق حدى بين الضغوط المنخفضة في شمال أفريقيا من جهة الجنوب ، وجنوب أوروبا من جهة الشمال. ويحول هذا الضغط المرتفع دون وصول المؤثرات المحيطية الغربية إلى سواحل البحر المتوسط على كل من الجانب الأفريقي والأوروبي.

ويرتبط بالضغط المرتفع التيارات الهوائية الهابطة فتنعدم الفرصة أمام صعود الهواء المحمل ببخار الماء إلى أعلى وتشكل السحب وسقوط المطر. ولذا يندر سقوط المطر صيفاً على الساحل الشمالي المصري.

ثانيا : شهور قمة المطر :

تكاد تقتصر شهور قمة المطر على فصل الشتاء. إذ يستحوذ شهر يناير على النصيب الأكبر من المطر في ٧ محطات من أجمالي ١١محطة في الساحل الشمالي (السلوم مطروح الإسكندرية رشيد بلطيم دمياط العريش). وتتراوح نسبته بين ٩ر٢٩ % في محطة رشيد كحد أقصى ، ٤ر ٢٣% في محطتي السلوم ومرسى مطروح كحد آدني. ويبلغ معدل نصيبه في الساحل الشمالي ٥ر٢٤ % من أجمالي معدل المطر السنوي للمحطات.

ويحظى شهر ديسمبر بالنصيب الأكبر من معدل المطر السنوي في أربع محطات (رأس الحكمة – الضبعة – الدخيلة – بور سعيد). وتتراوح نسبته بين ٢ر٢٩ % في محطة الدخيلة ،و٥ر٢٢ % في محطة بور سعيد.

ويبلغ معدل نصيبه من معدل المطر على سائر محطات الساحل الشمالي ٢٣%.

وهكذا يتركز ٤٨% من أجمالي مطر الساحل الشمالي في شهري ديسمبر ويناير – ذروة فصل الشتاء – لارتباط المطر بعدد المنخفضات الجوية وقوتها ورطوبتها وعمقها. ويبلغ معدل نصيب شهر فبراير – أواخر فصل الشتاء – ١٥,٦% من معدل المطر السنوي للمحطات. وتأتى محطة الضبعة في مقدمة المحطات التي تحظى بأكبر نصيب من المطر خلال شهر فبراير بنسبة تبلغ ٢٠,٦%.

ويمثل شهر نوفمبر قمة المطر الخريفي بمعدل نصيب تبلغ نسبته على مستوى سائر المحطات ١٣,٥% ويتقارب نصيب المحطات من المطر خلال شهر نوفمبر إذ يتراوح بين ١٥,٤% في الإسكندرية ، و١٠,٣% في العريش.

ويعد شهر مارس مقدمة فصل الربيع من شهور قمة المطر. إذ يحظى بمعدل نصيب يبلغ ١٠,٤% على سائر المحطات. وتبلغ مساهمته النصيب الأكبر في محطة العريش بنسبة ١٨,٣% كحد أقصى ، وتنخفض إلى ٦,٥% في محطة الضبعة كحد آدني.

ومجمل القول، آن شهور قمة المطر تمتد من شهر نوفمبر إلى شهر مارس مقترنة بانخفاض درجة حرارة الهواء ما بين أواخر الخريف وأوائل الربيع. وينعكس ذلك في انخفاض الفاقد منها بعمليتي التبخر والنتح، ومن ثم تزيد فعاليتها وأهميتها بالنسبة للزراعة البعلية ونمو النبات الطبيعي.

ثالثا : تركز المطر :

يتميز مطر الساحل بسقوطه على شكل رخات showers قد تكون غزيرة ومركزة في مواضع معينة – محلية السقوط – خلال عدد قليل من الأيام في بعض الأحيان . ومن ثم ترتفع درجة تركيز المطر Rain Intensity آو كثافته. وتتمتع شهور قمة المطر بأعلى درجة تركيز للمطر إذ

تحظى بأكبر المعدلات الشهرية للمطر في سائر المحطات، فضلا عن كونها تحظى بأكبر كمية هطول شهري سجلت في سائر المحطات خلال سنوات الدراسة التي تمتد في اغلبها إلى ٣٠ سنه. وقد سجلت اكبر كمية هطول في محطات رأس الحكمة – بلطيم – بور سعيد خلال شهر يناير. وبلغت حدها الأقصى ١٣٧ ملم في محطة بلطيم. وسجلت كذلك اكبر كمية هطول خلال شهر ديسمبر في محطات السلوم – الدخيلة – الإسكندرية – رشيد – العريش ، وبلغت ٢١٤,٥ ملم في محطة رشيد. وقد حظى شهر فبراير بأكبر كمية هطول سجلت في محطتي الضبعة ودمياط بحد أقصى ٩ر١٩٤ ملم في المحطة الأولى. وتتميز محطة الضبعة بأعلى درجة تركيز للمطر إذ سقط خلال شهر فبراير ٧٣,٢% من اكبر كمية هطول سنوى خلال ٣٠ سنة وقد بلغت ٢٦٦,١ ملم . وتليها محطتا السلوم ومطروح بنسبة ٥٠ % لكل منهما لأكبر هطول سنوى في كل منهما. وتبلغ نسبة اكبر هطول في محطات رأس الحكمة – الدخيلة – الإسكندرية حوالي ٤٧ % ، بينما تنخفض هذه النسبة لتتراوح بين ٤٠ – ٤٥ % في محطات رشيد – العريش – بلطيم – دمياط. هذا وقد بلغت أقصى كمية هطول في سائر المحطات خلال سنوات الدراسة حدها الأدنى في محطة بور سعيد بنصيب ٣٥ % من اكبر كمية هطول سنوى ١٤٤,٥ ملم وهو الأقل على الإطلاق مقارنه بسائر المحطات. وتحظى محطة رشيد بعكس النصيب المتواضع لمحطة بور سعيد. إذ تتمتع بأكبر كمية هطول شهري وسنوي سجلت في سائر المحطات خلال سنوات الدراسة وبلغت ٢١٤,٥ ملم خلال شهر ديسمبر وبلغت كمية الهطول السنوي ٥٣٣,٧ مم وذلك خلال معدل أيام بلغ ٩,٦ يوماً.

رابعاً : كمية المطر السنوي :

يتمتع الساحل الشمالي بأكبر معدل مطر سنوى في مصر لكون محطاته المستقبل الأول للمؤثرات البحرية الرطبة التي تتكون فوق البحر المتوسط أو المنقولة إليه من المحيط الأطلنطي. ويسهم أيضا شكل الساحل وتعامد قطاع كبير منه مع مسار المنخفضات الجوية المصاحبة للغربيات ، فضلا عن التأثير الإيجابي للتيارات البحرية في شمال مصر[١] في زيادة نصيبه من كمية المطر السنوي.

ويبلغ معدل المطر السنوي في سائر المحطات خلال سنوات الدراسة ١٤١,٤ ملم (جدول ٢) . ويتباين في توزيعه على طول الساحل إذ يبلغ حده الأقصى في محطة رشيد ٢٢٢,٨ ملم ، وحده الأدنى في محطة بور سعيد ٧٠,٢ ملم. ويتناقص معدل المطر السنوي بالاتجاه شرقاً فيما بين محطتي دمياط والعريش ، وإن كان شكل خط الساحل وموقع هذه المحطات يؤثر في نصيبها. إذ يرتفع معدل المطر السنوي في العريش إلى ١٠٤,١ملم بالرغم من كونها الأكثر توغلاً نحو الشرق ، بينما يصل في محطة بور سعيد ٧٠,٢ ملم ممثلاً الحد الأدنى لسائر المحطات. وتحظى محطة دمياط بنصيب أكبر منهما إذ يبلغ معدل المطر السنوي خلال ٣٠ سنة ١٢٠,٨ ملم (شكل٢). وتحظى محطات رشيد – الإسكندرية – بلطيم – الدخيلة – مطروح بأكبر معدلات مطر سنوى ويرجع ذلك إلى تعامد مواقعها مع مسار تيارات المنخفضات الجوية. وينخفض نصيب محطة الضبعة من معدل المطر السنوي ليبلغ ١٢٨,٦ ملم نتيجة لتوغلها النسبي جنوباً من خط الساحل (٥٦ ٣٠° شمالاً) .

كما ينخفض نصيب محطة السلوم ليبلغ ٩٢,٢ ملم بسبب امتداد الظهير الهضبي الذي يحتضن خليج السـلوم (شكل ١).

---

(١) الصحن ، ص ١٧.

ويوضح (شكل ٣) الفروق الموجبة والفروق السالبة بين المعدل السنوي لكل محطة عن المعدل السنوي العام لمحطات الساحل الذي يبلغ ١٤١,٤مم ، مما يعكس تباين توزيع المطر السنوي على سائر المحطات لما اتضح من أسباب.

خامساً : درجة الاعتماد على المطر :

ترتبط درجة الاعتماد على المطر Rain Reliability بمدى تذبذب كمية المطر من سنة لأخرى في المحطة الواحدة ، إذ يقل الاعتماد عليه كلما ارتفعت درجة تذبذبه وهو الأمر الشائع بالنسبة للمحطات ذات المطر القليل أو النادر. ويزيد الاعتماد على المطر في توفير الاحتياجات المائية للزراعة كلما انخفض تذبذبه وزادت كميته. ويمكن دراسة الاعتماد على المطر من خلال استخدام الأساليب الإحصائية التالية :

أ - الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف :

وقد اتضح من تطبيق الانحراف المعياري Standard Deviation ومعامل الاختلاف Coefficient of Variation على قيم المطر الشهرية والسنوية لسائر محطات الساحل خلال سنوات الدراسة أن :

- اكبر انحراف معياري شهري ينحصر في شهور قمة المطر خلال فصل الشتاء بحد أقصى ٤٤ خلال شهر ديسمبر ويناير لكل من محطة الإسكندرية ورشيد على التوالى ، وبحد آدني ١٢ خلال شهر يناير في محطة بور سعيد. ويفسر ذلك بإرجاعه إلى الانحراف الموجب لكمية المطر الشهرية خلال فصل الشتاء مقارنة بالمعدل السنوي للمطر.

- انحصرت اكبر معاملات الاختلاف الشهرية في شهري نوفمبر وأكتوبر في سائر المحطات بحد أقصى ١٩٦% في محطة رأس الحكمة و١٠٠% كحد آدني في محطة العريش. وهكذا ترتفع معاملات

الاختلاف في شهور ممطرة ولكن نصيبها اقل من شهور فصل الشتاء ، كما لم تسقط خلالها اكبر كمية هطول شهري في سائر المحطات خلال سنوات الدراسة إلا مرة واحدة فقط. وقد حدث ذلك في محطة مرسى مطروح (خلال ٣٠سنه) في شهر أكتوبر ١٩٨٩ وبلغت ١٤٦,٨ ملم تعادل ٤٩,٧% من أجمالي كمية المطر لهذه السنة.

- بلغ الانحراف المعياري للهطول السنوي حده الأقصى ٨٧ في محطة رشيد التي تمثل اكثر المحطات نصيباً من المطر خلال سنوات الدراسة. وتقع محطة السلوم على نقيضها إذ تمثل أقل انحراف معياري قيمته ١٠ لكونها ثاني أقل المحطات نصيباً من المطر السنوي بعد محطة بور سعيد.
- بلغ معامل الاختلاف لكمية المطر السنوي حده الأقصى ٤٣% في محطة بور سعيد بسبب ندرة المطر السنوي وتذبذب كميتة من سنه لأخرى.

ب - النسب المئوية للتغير عن المعدل :

تتباين كمية المطر السنوي خلال سنوات الدراسة في كل محطة على حدة. وينعكس ذلك في ارتفاع قيم النسب المئوية للتغير السنوي لكمية المطر عن المعدل السنوي لكل محطة سواء بالزيادة آو النقصان.

وقد ارتفعت لتبلغ ١٠٠% زيادة عن المعدل السنوي خلال سنوات الدراسة في محطات مرسى مطروح - رأس الحكمة - الضبعة - الدخيلة - الإسكندرية - بور سعيد كما يتضح في (شكل ٤).

وبلغت النسب المئوية للزيادة عن المعدل السنوي حدها الأقصى في محطة رشيد إذ بلغت١٤٠% لكونها الأغزر مطراً على الإطلاق (شكل٥) بينما ارتفعت النسب المئوية للتغير عن المعدل السنوي بالنقصان لتبلغ حدها

الأقصى في محطة العريش (- ٧٠ %)وفى محطة دمياط (- ٦٠ %) وكلاهما من المحطات الأقل نصيباً من كمية المطر السنوي مقارنة بمحطات الساحل الأخرى.

وجدير بالذكر ، أن اكبر كمية مطر سنوى سجلت (خلال ٣٠ سنة) بلغت ٥٣٣,٧ ملم في محطة رشيد ١٩٩١.وقد حظيت هذه السنة أيضا بأعلى كمية مطر سجلت في محطة الإسكندرية ٤٠٥,١ ملم ، ومحطة بلطيم ٣١٤,٨ ملم بينما بلغت أقل كمية مطر سنوى سجلت في محطات الساحل ٢٨,٣ ملم في محطة بور سعيد ١٩٨١.

سادساً : تكرارية إنماط المطر:

يقصد بتكرارية أنماط المطر Rain Frernency Pattetns فترات الرجوع Return Periods لكميات المطر السنوية خلال فترات زمنية تبين إمكانيات تكرار ذات الكمية خلال عدد من السنوات يطول حال ندرة تكرارها ويقصر في حالة شيوع تكرارها. وقد تم أعداد فترات الرجوع لسائر محطات الساحل الشمالي كما توضحها الأشكال (شكل ٦-أ ، ٦-ب ، ٦-ج) ونستنتج منها أن :

- كميات المطر التي يتوقع سقوطها خلال خمس سنوات تتراوح بين ١٠٦ ملم كحد أدني في محطة بور سعيد ، وبين ٢٦٦ ملم كحد أقصى في محطة رشيد.ويشير ذلك إلي أن هذه الكميات شائع تكرارها في كليهما مما يعنى أن محطة رشيد تحظى بقدر كبير من المطر لأن الكميات الكبيرة من المطر تعد آمرا شائعاً ويتوقع تكرارها خلال فترة زمنية قصيرة.

- كميات المطر التي يتوقع سقوطها خلال ١٥ سنه تتراوح بين ١١٧ ملم كحد آدني في محطة بور سعيد ، وبين ٤٠٥ ملم كحد أقصى في محطة الإسكندرية. ويعكس ذلك أن احتمالات تكرار هذه الكمية السنوية من

المطر أمرا ليس مستبعداً في كليهما . وجدير بالذكر أن هذه الكمية التي سقطت على محطة الإسكندرية (٤٠٥ ملم) هي أقصى كمية مطر سنوية في محطة الإسكندرية خلال ٣٠ سنة وقد سجلت عام ١٩٩١.

- كميات المطر نادرة التكرار التي يتوقع سقوطها خلال ٣٠ سنة تتراوح بين ١٧٧ ملم في محطة السلوم كحد آدني وبين ٥٣٤ ملم في محطة رشيد كحد أقصى. ويشير ذلك إلى غزارة المطر في محطة رشيد وندرته في محطة السلوم. إذ أنه في نفس الفترة الزمنية (٣٠ سنة) يتوقع سقوط كمية مطر في محطة رشيد تعادل ثلاث أمثال الكمية المتوقعة من المطر على محطة السلوم.
- أقصى كمية مطر سجلت في محطة بور سعيد خلال ٢٠ سنة بلغت ١٤٥ ملم. ويتوقع سقوطها ثانية بعد ٢٠ سنة أخرى تقريبا ، مما يعكس ندرة المطر في هذه المحطة.
- أقصى كمية مطر سقطت في محطة العريش خلال ١٣ سنه بلغت ١٦١ ملم ويتوقع سقوطها ثانية بعد ١٣ سنة أخرى مما يعنى إنها من المحطات شحيحة المطر.
- أقصى كمية مطر سنوى سجلت في محطة الدخيلة قد بلغت ٣٤٦ ملم. ويتوقع تكرارها ثانية بعد أقل من ٤ سنوات (٣,٩ سنة) ، مما يشير إلى أن الكميات الكبيرة من المطر السنوي شائعة التكرار. وهكذا فإن محطة الدخيلة من المحطات التي تحظى بقدر غزير من المطر السنوي.

سابعاً : اتجاهات التغير والتنبؤ المستقبلي لكميات المطر :

ولدراسة دورات المطر لبعض محطات الدراسة فقد تم تجميع البيانات الشهرية للمطر وإجراء المتوسط المتحرك لكل إحدى عشر سنة للمجموع السنوي للأمطار للحصول على بيانات متجانسة خالية من الموجات الصغيرة

للتغير وقد تم إعداد دورات المطر لعدد من المحطات وقد اتضح منها أنها تختلف في طولها من محطة إلى أخرى إذ بلغ طولها ١٣ سنة –١٥ سنة – ٢٣ سنة – ٢٥ سنة لكل من محطات السلوم – مطروح – رشيد – دمياط على التوالى كما هي في شكل (٧) وقد تم الاستعانة بدراسات سابقة في هذا المجال على كمية المطر السنوي[١] دراسة السلسلة الزمنية للمطر على منطقة العريش وكذلك[٢] على منطقة الإسكندرية حيث تم تجميع البيانات الشهرية للمطر وإجراء المتوسط المتحرك لكل إحدى عشر سنة للمجموع السنوي للأمطار للحصول على بيانات متجانسة وجد أنها عبارة عن موجة يمثلها النموذج الرياضي على شكل مربع دالة الجيب

$$Y = a_o + a_1 \sin\left(\frac{2\pi X}{a_3} + a_2\right)$$

وذلك بمعامل الارتباط السنوي بالعريش= ٠,٩٣، وللإسكندرية= ٠,٩١

النموذج	A٠	A١	A٢	A٣	سنة البداية	مقدار الزيادة سنويا
السنوي للإسكندرية	١٩٠,٢٦٣	٢٣,٣٩٣	١٣,٩٦-	١٨٦,٦٤	١٩٨٠	°١٠
السنوي للعريش	١١٢,٠٨	١٩,٥٧	١٣,٢٥٦-	١٨٤,٩٦	١٩٨٨	°٢٢,٥

حيث X تأخذ قيمة ٠ درجة عند سنة البداية وتزيد سنويا بمقدار الزيادة الموضحة بالجدول ثم بعد الحصول على تنبؤ مستقبلي للبيانات المتجانسة يمكن الحصول على بيانات لكميات الأمطار السنوية المتوقعة بمعلومية عشر سنوات سابقاً وفقا للمعادلة التالية:

(١) عيسى و إيملي حماده ٢٠٠٠ ص ٨٠.
(٢) عيسى وسالم ذكريا ٢٠٠٠ ص ٢٨٢.

$$X_e = 5 \times Y - (\Sigma X_i), i = 1, 2, 3, ..., 10$$

حيث Y هي معدل المجموع السنوي المستنبط من النموذج المقترح

X_e المجموع السنوي المستقبلي المستنبط.

X_i العشر سنوات السابقة للسنة المستنبطة.

وبعد استنباط السنة المستقبلية يتم إضافتها إلي قاعدة البيانات وتستنبط السنة التالية لها دواليك. على أن يتم تدقيق النتائج سنويا لتحسين النتائج المستقبلية.

وقد بينت الدراسة أن السنوات من ٢٠٠٣-٢٠٠٤-٢٠٠٩-٢٠١١-٢٠١٣-٢٠١٤-٢٠١٨ تتعرض العريش إلى فترات جفاف حيث يقل المجموع السنوي للمطر عن ١٠٠ مم سنويا. والسنوات من ٢٠٠٢-٢٠١٣-٢٠٢٤ تتعرض الإسكندرية إلى فترات جفاف حيث يقل المجموع السنوي للمطر عن ١٠٠ مم سنويا. ومن دراسة تكرارية أنماط كميات المطر في هذا البحث يتضح أن الأسلوب الإحصائي الأخير يتفق مع أسلوب السلسلة الزمنية لدالة الجيب على محافظتي العريش والإسكندرية حيث تبين من الدراستين أن سنوات الجفاف متفقة وكذلك السنوات غزيرة المطر.

النتـــائج :

١. ينحصر ٦٩% من أجمالي المطر السنوي في الساحل الشمالي في شهور فصل الشتاء لسيادة المطر الاعصارى.

٢. يرتبط موسم المطر بانخفاض درجة حرارة الهواء ما بين أواخر فصل الخريف وأوائل فصل الربيع. مما يعنى زيادة قيمتها الفعلية ، وينعكس ذلك إيجابا على الزراعة البعلية ونمو النبات الطبيعي.

٣. تتمتع محطة الضبعة بأعلى تركيز للمطر إذ سقط خلال شهر فبراير ٢ ر٧٣% من أكبر كمية هطول (خلال ٣٠ سنة) بلغت ١ر٢٦٦ ملم.

وتقف محطة بور سعيد على نقيضها بنصيب ٣٥% من أكبر كمية هطول بلغت ٥ر١٤٤ ملم (خلال ٢٠ سنه).

٤. تحظى محطات رشيد – الإسكندرية – بلطيم – الدخيلة – مرسى مطروح بأكبر معدلات مطر سنوى لتعامد مواقعها على مسار تيارات المنخفضات الجوية. بينما ينخفض كمية المطر السنوي إلى أدنى مستوى له في محطة بور سعيد.

٥. تحصد شهور قمة المطر خلال فصل الشتاء أكبر قيم للانحراف المعياري نتيجة الانحراف الموجب لكمية المطر الشهرية خلال شهور الشتاء مقارنة بالمعدل السنوي للمطر.

٦. بلغ معامل الاختلاف لكمية المطر السنوي حده الأقصى في محطة بور سعيد بسبب ندرة المطر السنوي وتذبذب كميته من سنة إلي أخرى.

٧. تذبذب كمية المطر السنوي في المحطة الواحدة من سنة لأخرى سواء في تلك المحطات غزيرة المطر أو شحيحة المطر.وتمثل محطة رشيد الحالة الأولى (١٤٠%) ، ومحطة العريش الحالة الثانية (– ٧٠ %).

٨. تتباين كمية المطر السنوي زيادة (محطة رشيد) ونقصان (محطة بور سعيد)على طول محطات الساحل حال مقارنتها بالمعدل السنوي العام للساحل.

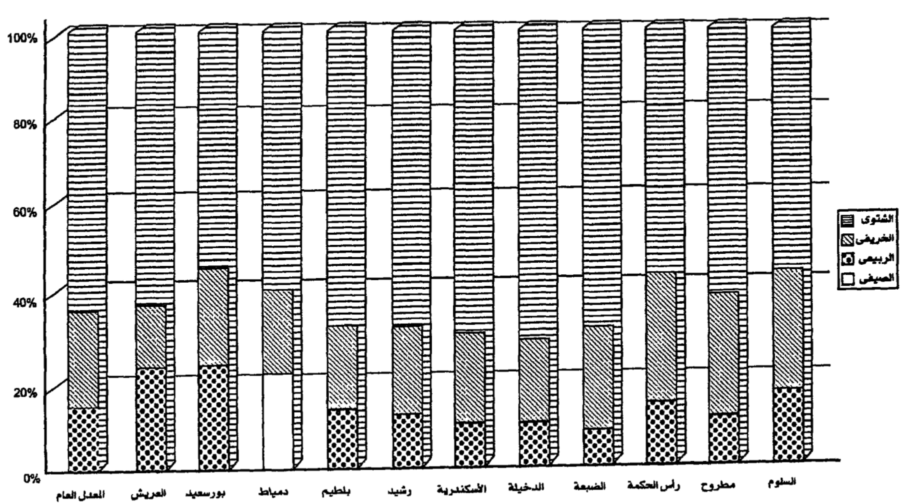
٩. تتراوح كمية المطر السنوي في سائر محطات الساحل خلال مدة الدراسة بين ٢٨,٣ ملم في محطة بور سعيد عام ١٩٨١ ، وبين ٥٣٣،٧ ملم في محطة رشيد عام ١٩٩١.

١٠. تعتبر محطتا السلوم وبور سعيد من اكثر محطات الساحل الشمالي المصري ندرة في المطر ، بينما تعتبر محطتا الدخيلة ورشيد من أغزرها مطرا.

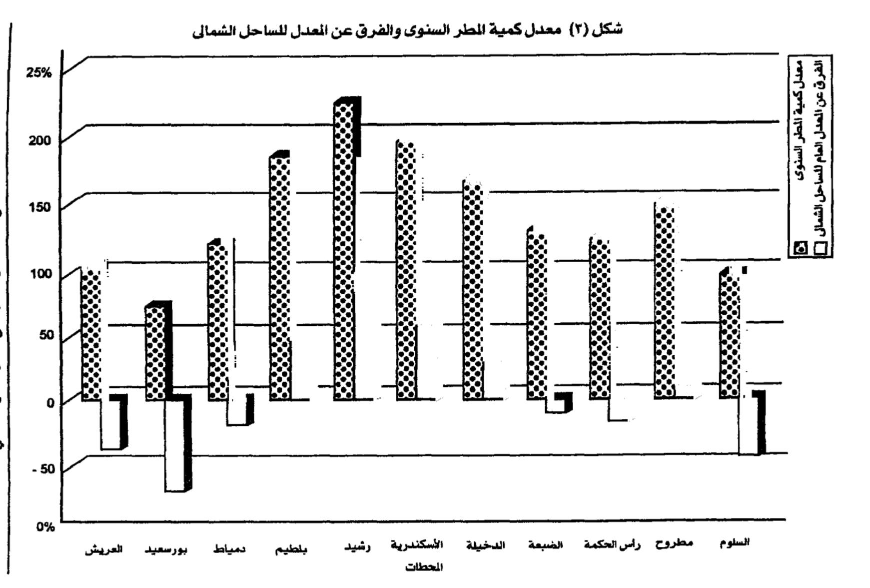
التـــوصيات :

- إجراء دراسة تفصيلية لخصائص المطر على الساحل المصري الشرقي على البحر الأحمر للاستفادة منها ومحاولة توظيفها إيجابيا في عمليات التنمية الحضرية والسياحية.
- الاهتمام بدراسة المنخفضات الجوية ومراحل تطورها وتتبع مساراتها واضمحلالها على طول الساحل الشمالي.

شكل (٢) المعدلات الفصلية لكمية المطر

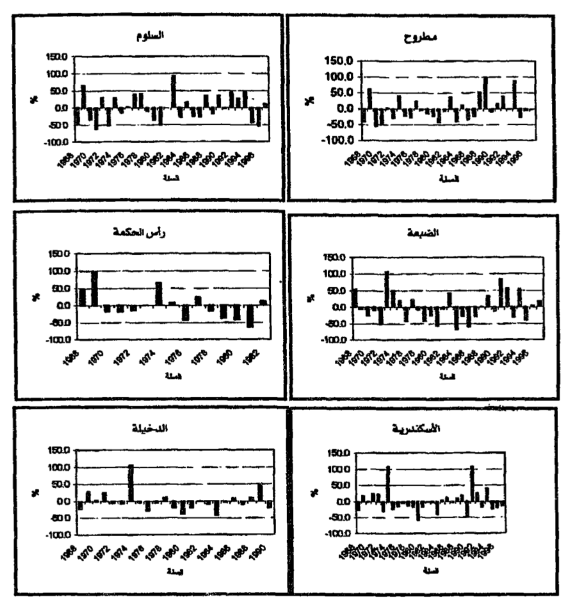


شكل (٢) معدل كمية المطر السنوى والفرق عن المعدل للساحل الشمالى

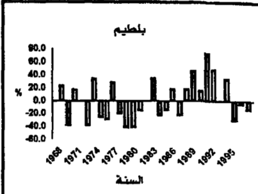


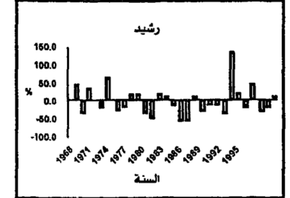
شكل (٤)

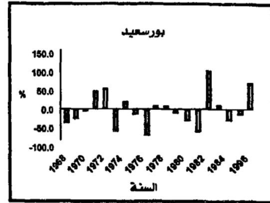
النسب المئوية للتغير عن المعدل السنوى

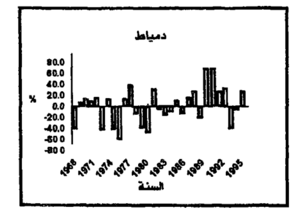


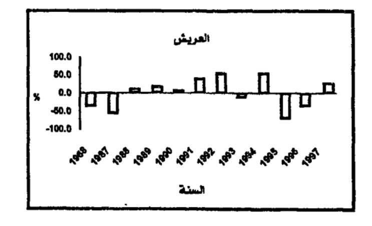
شكل (٥) النسب المئوية للتغير فى كمية الأمطار عن معدلها السنوى



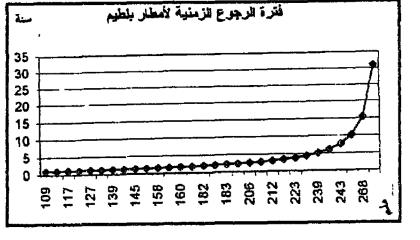


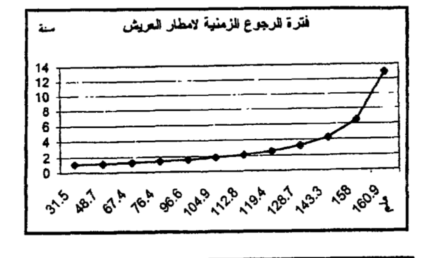


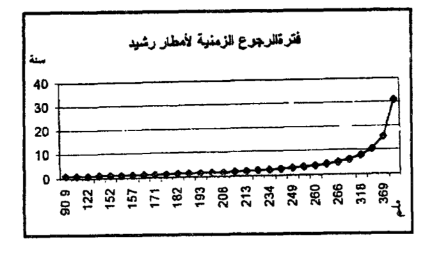


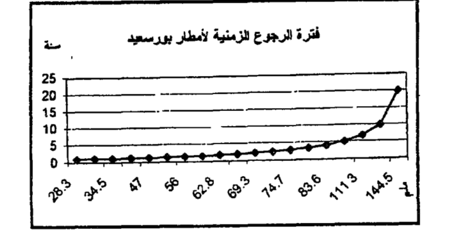


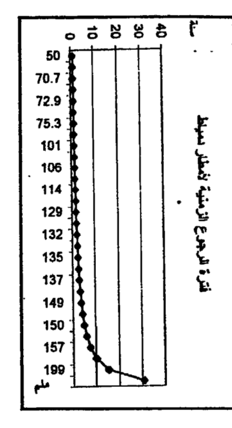
شكل (٦-أ) تكرارية نماط المطر

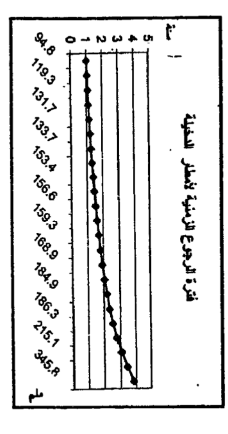


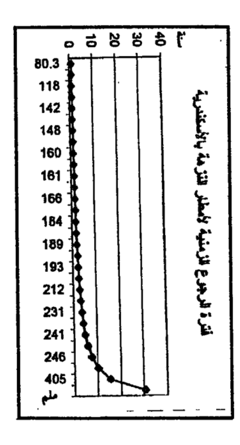


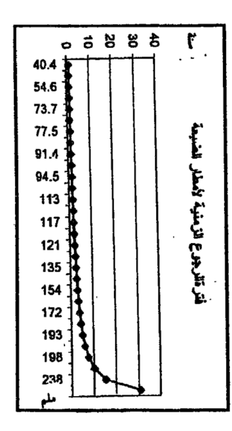




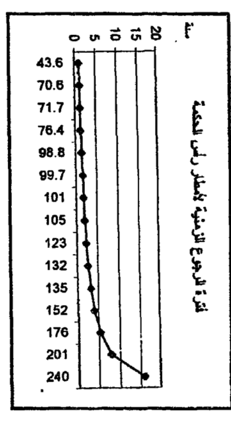


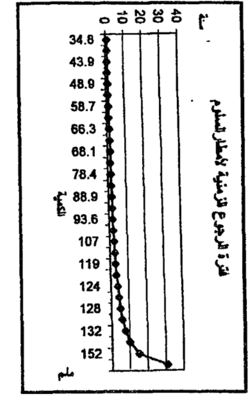


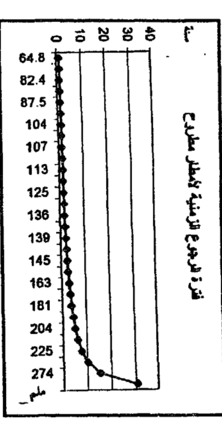




شكل (٦-ب) تكرارية لنماط المطر

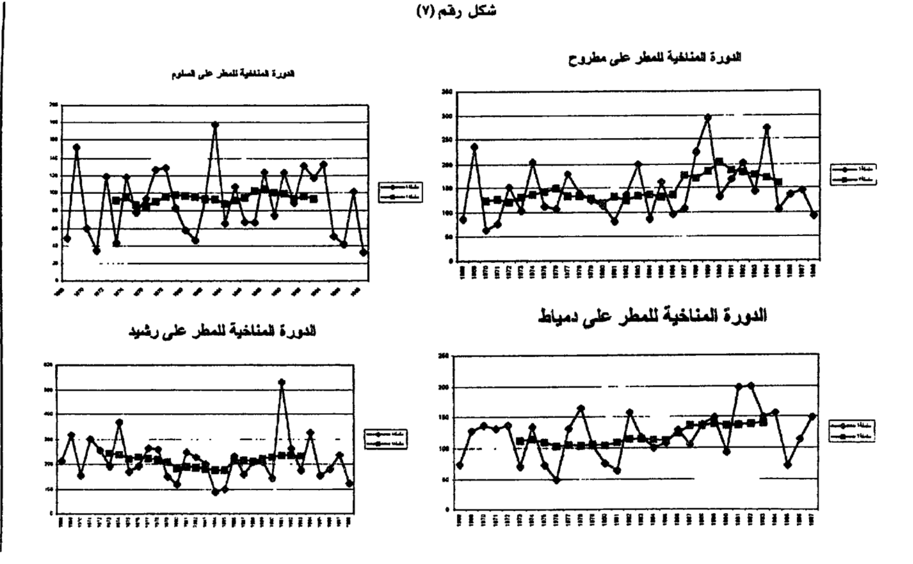






شكل (٦-ج) تكرارية لنشاط المطر

شكل رقم (٧)


الدورة المناخية للمطر على مطروح
الدورة المناخية للمطر على السلوم
الدورة المناخية للمطر على دمياط
الدورة المناخية للمطر على رشيد

المــراجع :

١. الهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة عن محطات الساحل الشمالي خلال الفترة من ١٩٦٨ – ١٩٩٧ م.

٢. الهيئة العامة للأرصاد الجوية : الأطلس المناخي لمصر ١٩٩٦.

٣. البنا ، على : أسس الجغرافيا المناخية والنباتية ، بيروت ، دار النهضة العربية عام ١٩٧٠.

٤. جودة ، حسنين جودة : شبه الجزيرة العربية – دراسة في الجغرافية الإقليمية ، الإسكندرية دار المعرفة الجامعية عام ١٩٨٩.

٥. شرف ، عبد العزيز طريح : الجغرافيا المناخية والنباتية ، الإسكندرية،دار الجامعات المصرية عام ١٩٧٨.

٦. شرف ، عبد العزيز طريح : الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، الإسكندرية دار المعرفة الجامعية عام ١٩٨٥.

٧. فايد ، يوسف عبد المجيد : جغرافيا المناخ والنبات ، بيروت دار النهضة العربية عام ١٩٧١.

٨. فايد ، يوسف عبد المجيد وآخرون : مناخ مصر ، القاهرة دار النهضة العربية عام ١٩٩٤.

٩. محسوب ، محمد صبري : صحراء مصر العربية – دراسة في الجغرافيا العربية الطبيعية ، القاهرة عام ١٩٩٢.

١٠. عيسى، محمد محمود إيملي محمد حماده : التنبؤ طويل المدى بأمطار العريش عام ٢٠٠٠ – المؤتمر الخامس لرابطة الأخصائيين الجويين بالهيئة العامة للأرصاد الجوية

١١. عيسى، محمد محمود وطارق ذكريا : التنبؤ طويل المدى بأمطار الأسكندرية عام ٢٠٠٠ – المؤتمر الخامس لرابطة الأخصائيين الجويين بالهيئة العامة للأرصاد الجوية

١٢. يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التباين المناخي بين السواحل المصرية – دراسة جغرافية ، القاهرة ، المجلة الجغرافية العربية تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني والثلاثون ، الجزء الثاني عام ١٩٩٨.

جامعة عين شمس
كلية الآداب
نشرة البحوث الجغرافية

دراسة مقارنة للخصائص الحرارية لساحل البحر الأحمر ووادي النيل

إعداد

الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ـ جامعة المنوفية

إصدار خاص
فبراير ٢٠٠٣ م

مقـــــدمة :

يتناول هذا البحث دراسة الخصائص الحرارية للسهول الساحلية للبحر الأحمر والسهول الفيضية لوادي نهر النيل. ويبلغ الامتداد العرض ما بين السهول الساحلية الشرقية وبين السهول الفيضية الغربية مسافة تبلغ ٢٢٣ ألف كيلومترا مربعا. ويتباين ارتفاع السطح فيما بينها ليتراوح ما بين ٣٠٠ - ٧٥٠ مترا فوق مستوى سطح البحر[١].

وتشرف السهول الساحلية على البحر الأحمر بحافة جبلية مرتفعة تظهر لها عدة قمم تنخفض مناسيبها بالاتجاه شمالا. ويبرز من بين هذه القمم جبل رأس الخريط وجبل حماطة (١٩٧٧ مترا) ، جبل أبوعرقوب (١٧٤٥ مترا) ، جبل نخرص (١٩٩٨ مترا) وتحيط هذه القمم بمدينة رأس بناس. ويمتد إلى شمالها جبل السباعي وجبل أبو الطيور (١٤٧٧ مترا) ، وجبال أم خرس ، أم شاغر ، رضوى ، حمراويين ،وجبل الريش (٥٠٠ مترا) وتحيط بمدينة القصير. ويحيط بمدينة الغردقة جبل الشايب وجبل أبو دخان (٢١٨٤ مترا). وتمتد شمالها هضبة الجلالة البحرية والقبلية (١٠٠٠ مترا) ، ثم جبل عتاقة (٩٠٠ مترا) لتحيط بمدينة السويس (خريطة محافظة البحر الأحمر، سنة ١٩٩٥). وتنحدر من هذه السلاسل الجبلية العديد من الأودية الجافة القصير إلى السهل الساحلي للبحر الأحمر شرقا. وتمتد سواحل البحر الأحمر وخليج السويس بطول يبلغ حوالي ١٠٠٠ كيلومترا فيما بين دائرتي عرض ٢٢ درجة شمالا من جهة الجنوب ، وبين ٣٠ درجة شمالا تقريبا عند خليج السويس من جهة الشمال. وهكذا يمتد ساحل البحر الأحمر خلال ثمان دوائر عرضية يتبعها بعض الاختلافات الحرارية ، وإن كانت في أغلبها اختلافات محدودة لموقعه ضمن العروض المدارية وشبه المدارية التي تتميز بالوفرة الحرارية. ويصل إلى ساحل البحر الأحمر الكثير من المؤثرات المدارية

---

(١) حجازي ، سنة ١٩٨٦. ص ٢٦.

الشرقية والغربية ، فضلا عن المؤثرات الشمالية والجنوبية. وتحول سلاسل جبال البحر الأحمر بين السهل الساحلي وبين توغل المؤثرات الغربية (الصحراوية) ، ومن ثم يصبح السهل أكثر تأثرا بالمؤثرات القارية الشرقية التي تصل إليه عبر الامتداد العرضي للبحر الأحمر بمسافة ٢٥٠ كيلومترا في المتوسط (يوسف ، سنة ١٩٩٨.ص ٢١٢). ويضعف تأثير المياه السطحية للبحر الأحمر المدارية الدفيئة طوال العام في إحداث تغيرات حرارية واضحة ، إذ ينحصر تأثيرها في النطاق السهلي الساحلي الضيق خاصة وأن أغلب الرياح السائدة شمالية غربية تهب موازية لخط الساحل. ويبلغ معدل النسبة المئوية لتكرار هبوبها شتاء ٢٩،٧ % و ٤٠،٣ % و ٣٠،٣ % و ٤٠،٤% في السويس والغردقة والقصير ورأس بناس على التوالي. وترتفع هذه النسبة للرياح الشمالية والشمالية الغربية لتبلغ ٧٧،٧% و ٦٩،١% و ٧٧،٤% في السويس والقصير ورأس بناس (سالم ، سنة ١٩٩٣ ص١٥٣ : ص١٦٦).

ويمتد وادي النيل بطول ١٥١٠ كيلومترًا - ويبلغ امتداده من أسوان حتى رأس الدلتا حوالي ١٥١٠كيلومتراً[١]. ويسهم الامتداد الطولي لمجرى النهر في تحديد الرياح السائدة في الجهة الشمالية[٢]. ويختلف اتساع السهول الفيضية وفقا لانحدار السطح [إذ تتراوح المناسيب ما بين ٢٠٠ - ٥٠٠ متراً]، فضلاً عن انحدار العديد من الأودية الجافة التي تقطعها لتنتهي إلى نهر النيل غرباً ، ومن أبرزها وادي قنا ، وهو وادي طولي يعد أطول أودية الصحراء الشرقية. وتبدأ منابعه من الشمال حيث جبل النهيدات السود (٨١٦ مترا) وجبل سمر العبد (٧٠٠ مترا) ، ويرفده عدة روافد ، ويتجه جنوبا ليخترق منطقة شديدة التضرس ، وينتهي بالقرب من مدينة قنا على خط

(١) حجازي ، سنة ١٩٨٦ ص ٨.

(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص ٢٨.

كنتور ١٠٠ مترا[١]. هذا بالإضافة إلى الوادي الأسيوطي وينتهي عند مدينة أسيوط ، ووادي كوم أمبو بروافده العرضية وينتهي إلى الشمال من مدينة أسوان. ويتراوح اتساع السهول الفيضية ما بين بضعة كيلومترات عند منطقة أسوان جنوبا ، لتتسع عند سهل كوم أمبو وبني سويف إلى أكثر من ٢٠ كيلومترا[٢].

ويرتبط بهذا التضرس بعض التأثيرات الميترولوجية مثل نسيم الوادي ونسيم الجبل ، ويحدث نسيم الوادي نتيجة ارتفاع درجة حرارة الهواء ، فتنشأ حركات دورانية تعرف بالرياح الصاعدة أو الرياح الأناباتيكية Anabatic Wind (رياح الوديان). بينما يحدث نسيم الجبل حينما ينزلق الهواء البارد الكثيف من قمم المرتفعات في اتجاه المنخفضات والأودية فيما يعرف بالرياح الكاتاباتيكية Katabatic Wind[٣].

ويعتمد هذا البحث على ٨ محطات للأرصاد الجوية يوضحها جدول ١ وشكل ١. وتقع ٤ محطات منها على ساحل البحر الأحمر وخليج السويس لتعبر عن الخصائص الحرارية للسهول الساحلية للبحر الأحمر. ويقابلها ٤ محطات داخلية تقع على وادي النيل لتعبر عن الخصائص الحرارية للسهول الفيضية لوادي نهر النيل. وقد تم اختيارها بحيث تقع كل محطتين متقابلتين على دائرة عرض واحدة لتحييد تأثير الموقع الفلكي من ناحية ، ولتوضيح تأثير الموقع الجغرافي من ناحية أخرى. وتمتد محطات الدراسة فيما بين دائرتي عرض ٢٣°شمالاً و ٣٠° شمالا. ويعتمد هذا البحث على تحليل المعدلات الحرارية لهذه المحطات الثمانية خلال الفترة ما بين ١٩٦١ : ١٩٩٨ م.

---

(١) خريطة محافظة البحر الأحمر ، سنة ١٩٩٥.

(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص ٨.

(٣) بيري ، مترجم ، سنة ١٩٩٣ ص٤١٧.

جدول رقم (١) بيانات محطات الدراسة

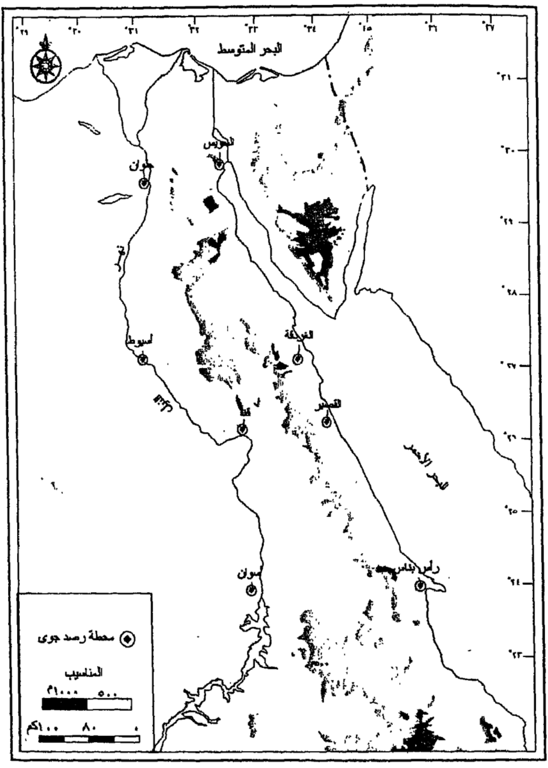
المحطة	رقم المحطة	دائرة العرض		خط الطول		الأرتفاع بالمتر	البعد عن البحر	المدى السنوي	درجة القارية	أعلي عظمي	أقل صغرى
		دقيقة		دقيقة	درجة		كيلو متر *	بالمئوية		بالمئوية	بالمئوية
أسوان	414	58	23	47	32	194.23	295	14.93	18.4	49	-1
رأس بناس	475	58	23	30	35	3.66	32	13.66	15.52	45.8	2
القصير	465	08	26	18	34	8.7	16	12	16.67	45	6.4
قنا	402	10	26	44	32	77.7	152	19	5.26	50	-1
أسيوط	393	03	27	01	31	266	268	17.35	3.98	48	-1
الغردقة	462	09	27	43	33	8.43	20	14.26	17.53	43	-2
السويس	450	25	29	28	32	2.48	0	14.39	18.35	46.1	1.4
حلوان	378	29	30	12	31	44.02	116	14.65	14.52	46.6	1.4

المصادر : -

الهيئة العامة للأرصاد الجوية : بيانات مناخية لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١ : ١٩٩٨ م . (غير منشورة)

إدارة المساحة العسكرية : خريطة محافظة البحر الأحمر ، بمقياس ١ : ١٢٥٠٠٠٠ ، سنة ١٩٩٥ ، قياسات الباحث .

نتائج تحليل البيانات المناخية لمحطات الدراسة .



شكل (١) محطات الارصاد الجوية بمنطقة الدراسة

أهداف البحث :

- مقارنة الخصائص الحرارية لكل من السهول الساحلية للبحر الأحمر والسهول الفيضية لوادي نهر النيل لتحديد أوجه التجانس والتباين فيما بينها بالاعتماد على المعدلات الحرارية وتطبيق بعض الأساليب الإحصائية.
- إبراز تأثير توزيع اليابس والماء في تحديد ملامح الخصائص الحرارية سواء في المحطات الساحلية على البحر الأحمر أو تلك الداخلية على وادي النيل.
- تحديد الأبعاد التأثيرية لطبوغرافية موقع المحطة وموضعها في ترسيم الخصائص التفصيلية لدرجة حرارة الهواء في كل محطة على حدة.

فرضيات البحث :

- يرتبط التجانس الحراري بالموقع الجغرافي للمحطات أكثر من ارتباطه بموقعها الفلكي.
- ترتبط الخصائص الحرارية بعلاقات طردية قوية بين كل محطتين متقابلتين على دائرة عرض واحدة.
- تسهم المؤثرات المحلية لمواقع المحطات وطبوغرافيتها في صياغة بعض مميزاتها الحرارية الخاصة.

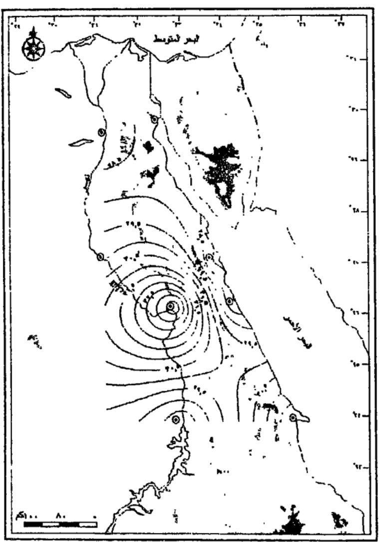
ويمكن تناول الخصائص الحرارية لساحل البحر الأحمر ووادي النيل من خلال بحث العناصر التالية :

- أولاً: معدلات درجة الحرارة العظمى.
- ثانيًا: معدلات درجة الحرارة الصغرى.
- ثالثًا: معدلات درجة الحرارة اليومية.
- رابعًا: درجة الحرارة العظمى المسجلة وموجات الحر.
- خامسًا: درجة الحرارة الصغرى المسجلة وموجات البرد.
- سادسًا: المدى الحراري السنوي والفصلي.

أولا : معدلات درجة الحرارة العظمى

١. المعدلات السنوية :

تتراوح المعدلات السنوية لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة ما بين ٢٨ - ٣٤ درجة مئوية. ويتطابق المعدل السنوي للمحطات الساحلية على البحر الأحمر وخليج السويس مع المحطات الداخلية على وادي نهر النيل وفروعه ، إذ تبلغ في كليهما ٢٩ درجة مئوية. هذا بالرغم من ارتفاع المعدل السنوي في بعض المحطات الداخلية مقارنة بنظيرتها من المحطات الساحلية.إذ يرتفع مثلا في محطة قنا ليبلغ ٣٤ درجة مئوية مقابل ٢٨ درجة مئوية في محطة القصير (شكل ٢).



شكل (٢) المعدل السنوى لمتوسطات درجة الحرارة العظمى [م]

لا يتجاوز الفارق في معدل درجة الحرارة العظمى بين المحطات الساحلية ٤ درجة مئوية ، في حين يرتفع إلى ٦ درجة مئوية بين المحطات الداخلية.

يأخذ المعدل السنوي للمحطات الساحلية اتجاها صاعدا صوب الجنوب وفقا لتأثير الموقع بالنسبة لدوائر العرض ، ومن ثم الظروف المدارية الجنوبية ، بينما لا يظهر اتجاها محددا للمحطات الداخلية. إذ يرتفع في محطة قنا (٢٦°ش) ليمثل حده الأقصى ليتفوق على مثيله في محطة أسوان (٢٣°ش على مدار السرطان تقريبا وتقع إلى جنوبها بمسافة ٢٣٥،٩ كيلو متراً). بل ويتطابق المعدل السنوي لمحطة أسوان (أكثر المحطات الداخلية توغلا جنوبا) مع مثيله في محطة حلوان (٣٠°ش – أكثر المحطات الداخلية توغلا شمالا) ، حيث يبلغ في كليهما ٢٨ درجة مئوية.

٢. المعدلات الفصلية :

أ- المعدلات الصيفية :

ترتفع المعدلات الفصلية لمتوسطات درجة الحرارة العظمى لتبلغ حدودها القصوى خلال فصل الصيف في محطات الدراسة كنتيجة لموقعها الفلكي حيث تتعامد أشعة الشمس تقريبا على المحطات الجنوبية (خاصة محطتي رأس بناس وأسوان) في أثناء تعامدها على مدار السرطان. ويتبع ذلك انخفاض زاوية ميل الأشعة ، ومن ثم ترتفع كثافتها ، ويبلغ الإشعاع الشمسي ذروته ليصل إلى أكثر من ٦٦٠ سعر حراري/ سم^{2}/يوميا على سائر المحطات[1] ، فتزيد سرعة التسخين وترتفع درجة الحرارة. ويأخذ الضغط الجوي شكلا ثابتا خلال فصل الصيف ، فيتوقف مرور المنخفضات الجوية أو الأعاصير إذ تسيطر الكتل المدارية القاريةTC ، وكذا الكتل

(١) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص ١٥.

المدارية شديدة الحرارة TCh ، وتفصل بينهما الجبهة شبه المداريةS. T. F التي تتزحزح شمالا إلى الأطراف الشمالية للبحر الأحمر(١).

ترتفع المعدلات الصيفية فيما بين ٣٢ْم كحد أدنى في محطة القصير ، وبين ٤١ْم كحد أقصى في محطة قنا [كلاهما على دائرة عرض ٢٦ْش]. وهكذا تصبح القصير الأكثر اعتدالا سواء بالنسبة للمحطات الساحلية أو تلك الداخلية. وقد يفسر ذلك بموقعها على مسافة حوالي ١٦ كيلومتراً من خط الساحل ، فضلاً عن ملامحها الطبوغرافية حيث تحاط غربا بعدة قمم جبلية (جبل أم خرس ،جبل أم شاغر وغيرها كما اتضح من قبل) يبلغ ارتفاعها حوالي ٥٠٠ متراً ، وتتحدر بشدة لتقترب من السهل الساحلي الضيق ، ويخترقها وادي كريم الذي ينتهي شمالها مباشرة ، مما يسهم في نشاط نسيم الجبل وتوغله نحو القصير .

يرتبط شدة ارتفاع المعدل الصيفي في محطة قنا ليبلغ ٤١ْم بالمؤثرات المحلية التي تتمثل في ملامحها الطبوغرافية. إذ تقع على الضفة الشرقية لوادي النيل وتبعد عن خط الساحل بمسافة ١٥٢ كيلومتراً ، ويحدها غرباً الهضبة الغربية التي تنحدر بشدة تجاه نهر النيل (حيث تتقارب خطوط الكنتور) ، فتقع قنا في ظل هذه الهضبة شرقا ، هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى ، فإن نهر النيل ينحرف صوب الشمال الغربي بعد ثنية قنا ، مما يحول دون وصول أي مؤثرات شمالية إليها لكونها غالبا ما تسلك مجرى نهر النيل.

يرتفع المعدل الصيفي ليصل حده الأقصى بالنسبة للمحطات الساحلية ٣٨،٦ْم في محطة رأس بناس الأكثر توغلا جنوبا ، وما يرتبط بذلك من تعامد الشمس ، وتزحزح المؤثرات البحرية شمالا ، وتحرك الجبهة المدارية إلى أقصى امتدادها شمالا.

(١) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

يقابل محطة رأس بناس الساحلية، محطة أسوان الداخلية [تبعد عن خط الساحل بمسافة ٢٩٥ كيلومتراً] التي تشاركها في الموقع الفلكي ، وإن كانت تختلف عنها كثيرا من الناحية الطبوغرافية. إذ لا يتجاوز ارتفاع الأولى ٤ مترًا تقريبًا ، بينما يبلغ ارتفاع الثانية ١٩٤ مترًا ، ويتأثر مناخها ببحيرة ناصر حيث تؤدي إلى انخفاض المعدل السنوي لمتوسط درجة الحرارة العظمى ٨،٠ْم[١]. وقد تبع ذلك انخفاض المعدل الصيفي لأسوان إلى ٣٥ْم ، مقابل ٣٨ْم في محطة رأس بناس.

يرتفع المعدل الصيفي لمحطة أسيوط مقارنة بمثيله لأسوان على الرغم من موقع أسيوط إلى شمالها بثلاث درجات عرضية [حوالي ٤٥٢،٥٥ كيلومتراً] ، كما إنها الأكثر ارتفاعًا (٢٦٦ متراً) ، وإنها الأقرب للبحر المتوسط (٧٥٠ كيلومترًا) ، إلا أن ارتفاع درجة حرارتها بصفة عامة يرتبط بالخصائص الطبوغرافية لأسيوط. إذ إنها تقع في ظل سطح هضبة الصحراء الغربية التي تنحرف عند أسيوط غربا لتفسح المجال للصحراء المكشوفة المنبسطة لتشرف مباشرة على الوادي ، ومن ثم يظهر اختناق في الوادي إلى شمالها. ويقع حوض أبنوب على الضفة الشرقية لنهر النيل أمام أسيوط ، كما ينحرف نهر النيل بعد أسيوط صوب الشمال الغربي حتى مدينة القوصية ، مما يحول دون وصول أيٍ من المؤثرات الشمالية إلى أسيوط [٢].

تعتبر المحطات الساحلية الأكثر تجانسا حيث أن الفارق الحراري فيما بينها بالنسبة للمعدل الصيفي ٥ْم . ويرتبط ذلك بتأثير البحر الأحمر ، إذ أنه بالرغم من ارتفاع درجة حرارة مياهه السطحية ، إلا أن شدة حرارة السواحل الصحراوية صيفا يجعل البحر الأحمر ملطفا لحرارتها نسبيا بسبب ضيقه وضحولته وظهيره الجبلي.

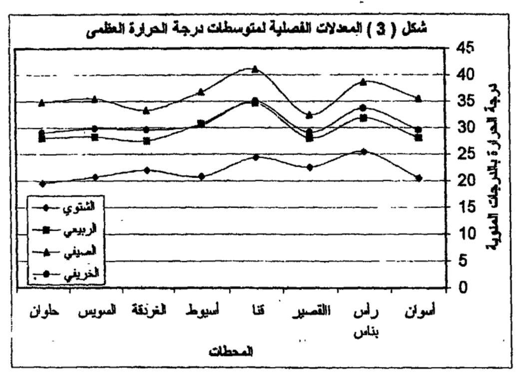
(١) عمر ، سنة ١٩٨٨ ص ٧.

(٢) إسماعيل ، سنة ١٩٦٩ ص١٠٩ : ص ١١٧.

ب - المعدلات الشتوية :

نخفض معدلات درجة الحرارة العظمى لتصل إلى أدنى مستوياتها خلال فصل الشتاء بسبب تزحزح نطاقات الضغط الجوي تبعا لحركة الشمس الظاهرية وتعامدها على مدار الجدي. ويتبع ذلك وصول الكتل القطبية القارية PC ، والقطبية البحرية PM ، فضلا عن الكتل المدارية القارية TC التي تسيطر على شمال أفريقيا. وتتميز هذه الكتل في مجملها بالبرودة خاصة القطبية القارية(١). ويتدنى الإشعاع الشمسي ليصل لأقل مستوياته شتاء ليتراوح ما بين ٣٥٠ - ٤٠٠ سعر حراري/ سم٢/يوميا في محطات الدراسة(٢).

يتراوح المعدل الشتوي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى ما بين ٢١°م -٢٣°م للمحطات الداخلية والساحلية بالتوالي ، مما يشير إلى دفئها شتاءً. ويبلغ الفارق الحراري للمعدلات الشتوية بين المحطات ٤°م فقط في كل منهما ، مما يعكس التجانس الحراري في كليهما (شكل ٣).



(١) فايد وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ١٢.

(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص١٥.

يتراوح المعدل الشتوي في المحطات الساحلية فيما بين ٢٠ْم كحد أدنى في السويس أكثرها توغلاً شمالاً ، ومن ثم تصل إليها بعض المؤثرات القطبية الباردة ، وبين ٢٥ْم كحد أقصى في رأس بناس أكثرها توغلا جنوباً ، ومن ثم ابتعاداً عن تلك المؤثرات الباردة وأكثرها اقترابًا من الامتداد الشمالي للكتل المدارية القارية شديدة الحرارة التي تغطي أواسط أفريقيا شتاء وتحدها الجبهة دون المدارية عند دائرة عرض ٢٠ْش(١).

تعتبر محطة قنا أكثر المحطات الداخلية دفأ إذ يبلغ المعدل الشتوي ٢٤ ْم ، ويرتبط ذلك بكون التيارات الباردة التي تهب على مصر شتاءً قادمة من شمال أوروبا تجد مجرى نهر النيل منخفضا أمامها فتسلكه غالبا ، ومن ثم تبعد عن قنا وكذلك أسيوط بسبب خصائصهما الطبوغرافية.

تتناقص المعدلات الشتوية بالنسبة للمحطات الساحلية باتجاه من الجنوب نحو الشمال (رأس بناس ٢٥ْم إلى السويس ٢٠ْم) بما يتفق مع الموقع بالنسبة لدوائر العرض والظروف المدارية الجنوبية. هذا فضلا عن موقعهما على البحر الأحمر بمياهه السطحية الدفيئة حتى في أكثر شهور الشتاء برودة. إذ يبلغ معدل درجة حرارتها لشهر يناير ٢٢،٥ْم في شماله ، و٢٦،٥ْم في جنوبه. وترتفع أيضا في شهر يوليو لتبلغ ٢٦،٧ْم في شماله و٣١،٧ْم في جنوبه بالتوالي(٢).

تتجانس المعدلات الشتوية في المحطات الداخلية عامة [باستثناء محطة قنا] ، إذ تتراوح ما بين ٢٠ْم – ٢١ْم.

ج - المعدلات الخريفية :

يتميز فصل الخريف بكونه فصلاً انتقالياً من الصيف إلى الشتاء فتتغير نظم الضغط الجوي المحلي على اليابس. إذ تتزحزح أشعة الشمس نحو

(١) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٢٩.

(٢) كندرو ، مترجم ، سنة ١٩٦٧ ص ٢٢.

الجنوب لتتعامد على خط الاستواء في طريقها إلى مدار الجدي. ومن ثم تأخذ زاوية ميل الأشعة الشمسية نحو الزيادة ، فتنخفض درجة الحرارة تدريجيا خاصة في أواخر الخريف ، كما يأخذ الضغط الجوي في التغير من المنخفض إلى المرتفع. وتتحرك الجبهة دون المدارية جنوبا فتتسع المساحة التي تسيطر عليها الكتل المدارية القارية فوق شمال أفريقيا. ويساعد تيار الهواء النفاث المستقر فوق البحر المتوسط إلى الشمال من الجبهة دون المدارية في نشأة المنخفضات شبه الخماسينية التي تتحرك في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق فوق الساحل الأفريقي فتؤثر في حرارة المنطقة[١].

وينخفض الإشعاع الشمسي خريفا ليتراوح ما بين ٤٥٠ – ٥٠٠ سعر حراري/ سم٢/ يومياً[٢] ، ولا ينعكس ذلك الانخفاض على درجة الحرارة بوضوح خريفا. إذ ترتفع درجة الحرارة في أوائل فصل الخريف الذي يعقب فصل الصيف بما يحمله من ارتفاع في درجة الحرارة ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة. ويستتبع ذلك زيادة في الفائض الحراري المتبقي من فصل الصيف لينسحب إلى أوائل فصل الخريف.

تتجانس قيم المعدل الخريفي في المحطات الساحلية إذ تبلغ ٣٠،٦°م تقريبا ، ويستثنى منها محطة رأس بناس إذ يبلغ ٣٣،٧°م. ويرتبط ذلك بارتفاع درجة الحرارة على ساحل البحر الأحمر من الشمال صوب الجنوب بسبب دفء مياهه التي تحتفظ بمعظم حرارتها الصيفية[٣] ، وهكذا يصل المعدل الخريفي إلى أقصاه في محطة رأس بناس أكثرها توغلاً جنوباً.

(١) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.
(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص ١٥.
(٣) سالم ، سنة ١٩٩٣ ص ٥٨.

جدول رقم (٣) معدلات درجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة

الشهر / المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	أغسطس	المعدل الشتوي	المعدل الربيعي	المعدل الصيفي	المعدل الخريفي
أسوان	20.62	19.55	21.23	23.87	28.32	32.05	35.18	35.77	35.58	20	28.08	35.51	29.53
رأس بناس	26.11	24.68	25.65	28.12	31.79	35.6	38.46	38.7	38.77	25	31.84	38.64	33.66
القصير	23.3	21.9	22.5	24.5	27.1	29.8	31.9	32.5	32.9	23	28.08	32.43	29.13
قنا	24.5	23.3	25.4	29.9	35.2	39	41.6	40.9	40.7	24	34.70	41.07	35.03
أسيوط	20.88	19.69	21.79	25.71	31.27	35.15	37.43	36.66	36.16	21	30.71	36.75	30.50
الغردقة	22.58	21.21	22.07	24.29	27.62	30.59	32.91	33.44	33.57	22	27.50	33.31	29.61
السويس	21.05	19.98	21.03	23.97	28.65	32.14	34.93	35.76	35.75	21	28.25	35.48	29.82
حلوان	19.81	18.55	20.3	23.66	28.44	32.16	34.8	35.01	34.76	20	28.09	34.86	29.09
المعدل العام	22.4	21.1	22.5	25.5	29.8	33.3	35.9	36.1	36.0	22.0	29.7	36.0	30.8

تتجانس قيم المعدل الخريفي في المحطات الداخلية إذ تتراوح بين ٢٩،٥ مْ و٣٠،٥ْم ، ويستثنى منها محطة قنا إذ يبلغ ٣٥ْم ليمثل أعلى معدل سواء في تلك الداخلية أو الساحلية [كما هو الحال بالنسبة للمعدل السنوي ، الصيفي، الشتوي ، بل والربيعي كما سيتضح لاحقاً] بسبب خصائصها الطبوغرافية.

يرتفع الفارق الحراري للمعدل الخريفي في المحطات الداخلية مقارنة بتلك الساحلية إذ يبلغ للأولى ٥،٥ْم مقابل ٤،٧ْم للثانية. كما يرتفع الفارق الحراري في المعدل الخريفي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى بين محطة قنا { ٣٥ْم} ومحطة القصير { ٢٩ْم} على ذات دائرة العرض ، ليبلغ ٦ْم مما يعكس تأثير الظروف والمؤثرات المحلية بصورة أكثر وضوحاً من تأثير المؤثرات المناخية العامة.

د- المعدلات الربيعية :

يرتفع المعدل الخريفي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى عن مثيله الربيعي في مختلف محطات الدراسة على الرغم من ارتفاع كمية الإشعاع الشمسي ربيعاً مقارنة بالخريف. إذ يبلغ ٦٠٠ سعر حراري/سم٢/يومياً ربيعاً مقابل ما بين ٤٥٠ –٥٠٠ سعر حراري/سم٢ /يومياً خريفاً(١). ويفسر ذلك بكون فصل الربيع يعقب فصل الشتاء البارد الذي يتميز باستقرار الهواء وشدة برودة اليابس شتاءً ، ومن ثم فإن جزءً كبيراً من الإشعاع الشمسي ربيعاً يستهلك لتعويض سطح الأرض ما فقدته من حرارة شتاءً على العكس مما يحدث خلال فصل الخريف الذي يستفيد من شدة سخونة اليابس وانسحاب حرارته لأوائل فصل الخريف. وهكذا لا يقابل ارتفاع كمية الإشعاع الشمسي ربيعاً ارتفاعاً مناسباً في درجة حرارة الهواء ربيعاً.

(١) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ص١٧.

يتفق ارتفاع معدل الحرارة خريفاً في محطتي قنا وأسيوط {٣٤،٧°م و ٣٠,٧°م } ، مع ارتفاع نظيره في كليهما صيفاً {٤١،٠°م و٣٦،٨°م} ، مما يعكس انسحاب سخونة اليابس صيفاً لتمتد ربيعاً.

٣. المعدلات الشهرية :

أ - شهور فصل الشتاء { ديسمبر - يناير - فبراير} :

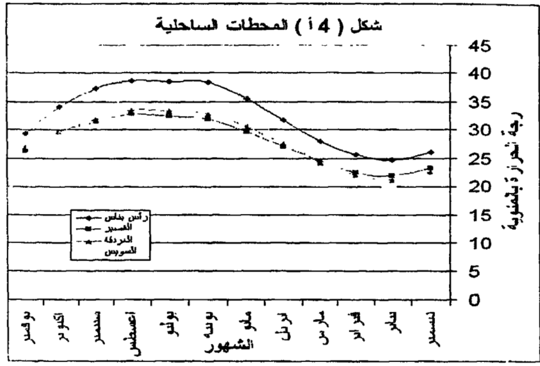
- يتراوح المعدل العام لمحطات الدراسة ما بين ٢٠،٨°م كحد أدنى يمثله شهر يناير أكثرها برودة ، وبين ٢٢،١°م كحد أقصى خلال شهري ديسمبر وفبراير.
- تعتبر المحطات الساحلية أكثر دفئاً وتجانساً من تلك الداخلية إذ يتراوح معدل المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى ما بين ٢١،٥°م لشهر يناير و٢٢،٨°م لشهر ديسمبر بفارق ١،٣°م. وتتراوح في المحطات الداخلية ما بين ٢٠،١°م لشهر يناير و٢١،٨°م لشهر فبراير بفارق ١،٧°م. ويشير ذلك إلى غلبة التأثير البحري الدافئ بالنسبة للساحلية مما يحد من الاختلافات بين الشهور بعضها ببعض من ناحية ، وبين المحطات من ناحية أخرى (شكل ٤).

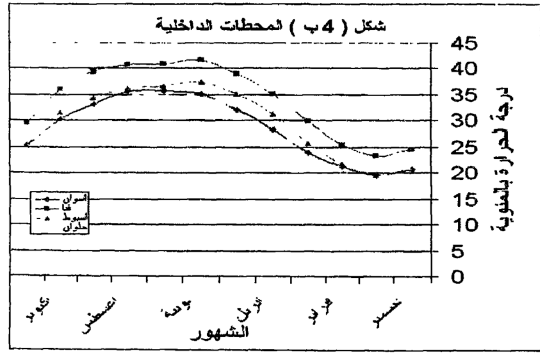
ب - شهور فصل الربيع { مارس - ابريل - مايو } :

- يتراوح المعدل العام لمحطات الدراسة ما بين ٢٥،٧°م لشهر مارس [أوائل فصل الربيع] ، وبين ٣٣°م لشهر مايو [نهاية فصل الربيع]. ويشير ذلك إلى اتجاه منحنى درجة الحرارة نحو الارتفاع خلال شهور الربيع بسبب استمرار عملية تسخين اليابس ، فضلا عن تأثير المنخفضات الخماسينية.
- يتراوح المعدل الشهري في المحطات الداخلية ما بين ٢٥،٢°م لشهر مارس و٣٤°م لشهر مايو بفارق ٩°م مما يعكس سيادة المؤثرات القارية وارتفاع سرعة التسخين. ويتراوح في المحطات الساحلية ما بين ٢٥°م

لشهر مارس و ٣٢°م لشهر مايو بفارق ٧°م فقط ، مما يوضح التأثير البحري في التعديل النسبي لدرجة حرارة المحطات الساحلية.

شكل (٤) المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة العظمى





ج - شهور فصل الصيف { يونيو - يوليو - إغسطس } :

- تتماثل المعدلات الشهرية في معدلها العام على مستوى محطات الدراسة لتبلغ ٣٥،٧ْم لكل منها.
- يأخذ منحنى الحرارة في المحطات الساحلية اتجاهاً صاعداً من الشمال نحو الجنوب منسجماً مع الموقع بالنسبة لدوائر العرض. ويتضح ذلك من ارتفاع معدل الشهور الثلاث إلى ٣٨ْم تقريباً في محطة رأس بناس أكثرها توغلا جنوباً.
- يصعب تحديد اتجاها واضحاً للمنحنى الحراري لشهور الصيف بالنسبة للمحطات الداخلية حيث كانت محطة قنا أكثرها ارتفاعاً في الحرارة.
- تعتبر القصير أكثر محطات الدراسة اعتدالاً خلال شهور الصيف ، إذ تتراوح بين ٣١،٩ْم لشهر يونيو و ٣٢،٩ْم لشهر أغسطس.

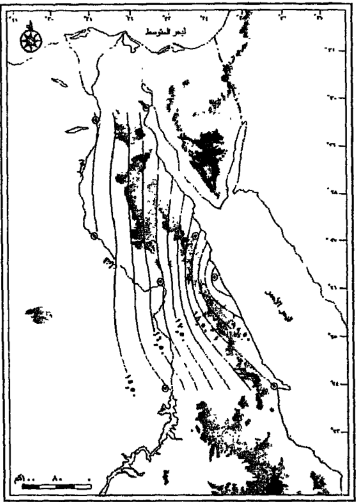
د - شهور فصل الخريف { سبتمبر - إكتوبر - نوفمبر } :

- تتراوح المعدلات الشهرية للمحطات الدراسة ما بين ٣٤،٢ْم لشهر سبتمبر[أكثر شهور الخريف ارتفاعاً في درجة الحرارة إذ تحتفظ اليابس بحرارتها المكتسبة خلال التسخين الصيفي لتستمر حتى أوائل شهور الخريف] ، ٢٦،٨ْم خلال شهر نوفمبر [يمثل مقدمة فصل الشتاء] ، ليبلغ الفارق الحراري ٧ْم تقريباً.
- تتراوح المعدلات الشهرية بالنسبة للمحطات الداخلية ما بين ٣٥ْم لشهر سبتمبر وبين ٢٦ْم لشهر نوفمبر ، مقابل ٣٣،٥ْم و ٢٧ْم في الأخرى الساحلية.
- ترتبط كل محطتين متقابلتين [ساحلية وداخلية] على دائرة عرض واحدة بعلاقة طردية قوية {٠،٩٩ تقريباً} فيما يتعلق بالمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى.
- تتراوح قيم الانحراف المعياري بالنسبة للمتوسطات درجة الحرارة العظمى ما بين ٤،١ْم في محطة القصير ، وبين ٩،٨ْم في محطة

أسوان ، كما يبلغ معامل الاختلاف ١٦،٥% و٩٦،٣% فيهما ، ويدل ذلك على قلة الفروق الحرارية مقارنة بالمتوسطات في الحالة الأولى وارتفاعها في الثانية.

ثانياً : معدلات درجة الحرارة الصغرى

ا. المعدلات السنوية :



شكل (٥) المعدل السنوي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى [م]

يتراوح المعدل السنوي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى في محطات الدراسة بين ٢١ْم كحد أقصى في محطة القصير ، وبين ١٥ْم تقريباً كحد أدنى في محطة أسيوط. وهكذا تكون القصير الأكثر دفأ على الرغم من أنها ليست أكثرها توغلاً جنوبا مثل محطتي رأس بناس وأسوان (شكل ٥).

وتقابل محطة القصير الساحلية ، محطة قنا الداخلية بمعدل سنوي يبلغ ١٧ْم أي بارتفاع ٤ْم في القصير بسبب المؤثرات البحرية الدفيئة للبحر الأحمر ، ويقابلها المؤثرات القارية في محطة قنا وطبوغرافيتها الخاصة [التي أسهمت في ارتفاع المعدل السنوي لمتوسط درجة الحرارة العظمى إلى ٣٤ْم كأعلى معدل لمحطات الدراسة] .

يأخذ المنحنى الحراري للمعدل السنوي في المحطات الساحلية اتجاهاً صاعداً من الشمال إلى الجنوب بقيم متقاربة [باستثناء القصير] ، بينما يختفي الاتجاه المنتظم للمعدل السنوي في المحطات الداخلية. وإن كان يتميز بالتجانس في كليهما.

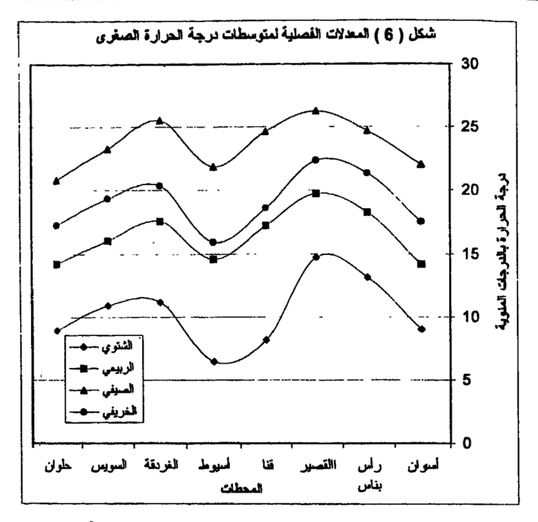
٢. المعدلات الفصلية :

أ- المعدلات الصيفية :

ترتفع المعدلات الصيفية لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى نتيجة لسيادة الضغط المنخفض على اليابس الساخن ، بينما تصبح مياه البحر الأحمر مركزاً للضغط المرتفع نسبياً ، ومن ثم تتأثر السواحل بنظامي الضغط المنخفض والمرتفع على السواء. هذا فضلاً عن وصول المؤثرات الحارة من المنخفض الهندي الموسمي إلى سواحل البحر الأحمر. وتنشط أيضاً مؤثرات الكتل القارية المدارية والكتل القارية المدارية شديدة الحرارة بهدف الوصول إلى الجبهة دون المدارية التي تتقدم شمالاً لتصبح في أقصى شمال البحر الأحمر(١).

يبلغ المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة ٢٣،٦ْم ، ويرتفع في الساحلية إلى ٢٤،٢ْم ، وينخفض في الداخلية إلى ٢٢،٢ْم (شكل ٦).

(١) يوسف ، سنة ١٩٩٨ ص ٢١٤.



يتراوح المعدل الصيفي في المحطات الساحلية بين ٢٣،٣ْم في السويس { ٢٩ْش} حيث تتأثر أحياناً ببعض المؤثرات القطبية القارية الباردة في أعقاب مرور المنخفضات الجوية التي تمر فوق جنوب أوروبا[١] ، وبين ٢٦،٣ْم في القصير {٢٣ْش} .

يتراوح المعدل الصيفي في المحطات الداخلية بين ٢٠،٨ْم كحد أدنى في محطة حلوان {٣٠ْش} ، وبين ٢٤،٦ْم في قنا { ٢٦ْ ش} بارتفاع ٤ْم لما أتضح من أسباب للحالتين.

(١) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

ب - المعدلات الشتوية :

ينخفض المعدل الشتوي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى شتاءً بسبب تزحزح أشعة الشمس جنوباً وزيادة زاوية الميل وانخفاض درجة الحرارة ، ومن ثم سيادة الضغط المرتفع وتقدم بعض الكتل القطبية جنوبا نحو الجبهة دون المدارية [التي يتوافق مسارها العرضي ومنتصف ساحل البحر الأحمر] ، كما ويبلغ منخفض السودان الموسمي أقصى مداه جنوباً فينحصر تأثيره في أطراف السواحل الجنوبية للبحر الأحمر(١). وتسهم هذه المؤثرات المناخية العامة في انخفاض عام لدرجات الحرارة باستثناء محطتي حلوان والسويس حيث تقع إلى الشمال من دائرة عرض ٢٩ ْش ، ومن ثم تتأثر بالمنخفضات الجوية عبر البحر المتوسط وما يصاحبها من دفء. بينما تنخفض في المحطات إلى جنوبها { ٢٩ ْش} بسبب صفاء السماء ليلاً فيبرد اليابس بسرعة بواسطة الإشعاع الأرضي ، فضلاً عن بعدها عن المؤثرات البحرية الدفيئة من البحر المتوسط(٢).

ينخفض المعدل الشتوي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى ليبلغ حدوده الدنيا ٣،٠١ ْم على مستوى محطات الدراسة.

يتراوح المعدل الشتوي في المحطات الساحلية بين ١١ ْم في السويس كحد أدنى ، وبين ١٥ ْم في القصير كحد أقصى. وهكذا تصبح القصير أدفأ المحطات الساحلية والداخلية على السواء خلال الليالي الشتوية. ويفسر البعض ذلك(٣) باقتراب الظهير من القصير وضيق السهل الساحلي ، ومن ثم يتعرض لتأثير الرياح الهابطة التي تسخن أدياباتيكياً حينما يرتفع الضغط الجوي على اليابس شتاءً مقابل انخفاضه نسبياً على سطح البحر الأحمر.

---

(١) يوسف ، سنة ١٩٩٨ ص ٢١٣.

(٢) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٤١.

(٣) يوسف ، سنة ١٩٩٨ ص ٢١٩.

يتراوح المعدل الشتوي في المحطات الداخلية بين ٦ْم في أسيوط ، وبين ٩ْم في أسوان [الأكثر توغلاً جنوباً بالقرب من المؤثرات المدارية]. وهكذا تصبح محطة أسيوط { ٢٧ْ ش} الأكثر برودة شتاءً. ويرتبط ذلك بموقعها في ظل سطح الهضبة الغربية ، فضلاً عن تأثرها بظاهرة نسيم الجبل حيثما تتجاور المرتفعات والوديان فينزلق الهواء البارد هابطاً ليلاً [خاصة في الليالي الشتوية] من المرتفعات إلى قيعان الأودية مما يستتبع ذلك انخفاض درجة الحرارة الصغرى[١]. ويظهر تأثير نسيم الجبل [الرياح الكاتاباتيكية] خاصة في الأراضي المحيطة بالوادي الأسيوطي بامتداده العرضي[٢].

ج - المعدل الخريفي :

يبلغ المعدل الخريفي لمتوسطات درجة الحرارة الدنيا ١٩ْم لمحطات الدراسة بانخفاض ٤،٦ْم فقط عن مثيله الصيفي فيدل على انسحاب حرارة الصيف على درجة الحرارة الصغرى خريفاً.

يبلغ المعدل الخريفي في المحطات الساحلية ٢٠،٨ْم مقابل ١٧،٢ْم بالنسبة لتلك الداخلية مما يعكس احتفاظ الأولى بحرارتها أكثر من الثانية. ويفسر ذلك باحتفاظ مياه البحر الأحمر بحرارتها خريفاً مقابل بداية برودة اليابس في أواخر الخريف. و يتراوح المعدل الخريفي بالنسبة للمحطات الساحلية بين ١٩،٣ْم في السويس [الأكثر برودة شتاءً] ، وبين ٢٢،٣ْم في القصير [الأكثر دفأً شتاءً]. ومما يذكر أن ، المعدل الخريفي ينخفض عن مثيله الصيفي في القصير ٤ْم فيشير إلى الثبات الحراري خلال هذا الفصل الانتقالي فيها.

(١) إسماعيل ، سنة ١٩٦٩ ص ١١٩.

(٢) بيري ، مترجم سنة ١٩٩٣ ص ٤١٧.

جدول رقم (٣) معدلات درجة الحرارة الصغرى في محطات الدراسة

الشهر / المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	اغسطس	المعدل الشتوي	المعدل الربيعي	المعدل الصيفي	المعدل الخريفي
أسوان	9.57	8.39	9.06	11.02	14.08	17.44	20.8	22.49	22.76	9	14.18	22.02	17.53
رأس بناس	14.4	12.46	12.55	14.91	18.33	21.52	24.4	24.56	25.06	13	18.25	24.67	21.31
القصير	15.7	14.1	14.4	16.6	19.7	22.9	25.7	26.4	26.7	15	19.73	26.27	22.33
قنا	8.78	7.25	8.5	12.4	17.5	21.8	24.4	24.9	24.6	8	17.23	24.63	18.60
أسيوط	6.94	5.67	6.74	10.22	14.82	18.74	21.44	22.2	21.86	6	14.59	21.83	15.94
الغردقة	12.15	10.46	11	13.75	17.63	21.36	24.61	25.91	26.05	11	17.58	25.52	20.36
السويس	11.6	10.2	11	12.9	16	19.3	22.2	23.6	24	11	16.07	23.27	19.33
حلوان	9.8	8.07	8.92	11	14.3	17.4	20	21.1	21.3	9	14.23	20.80	17.27
المعدل العام	11.1	9.6	10.3	12.9	16.5	20.1	22.9	23.9	24.0	10.3	16.5	23.6	19.1

يتراوح المعدل الخريفي في المحطات الداخلية ما بين ١٥ْم كحد أدنى في محطة أسيوط [الأكثر برودة شتاءً] ، وبين ١٨،٦ْم في محطة قنا [الأكثر ارتفاعاً في الحرارة صيفاً] بارتفاع ٣،٦ْم بينما يفصل بينهما دائرة عرض واحدة [مسافة تبلغ حوالي ٢١٦،٦٥ كيلومتراً تقريباً] ، ويرتبط ذلك بوضوح المؤثرات المحلية في كل منهما.

يأخذ منحنى المعدل الخريفي لمتوسطات درجة الحرارة الدنيا في المحطات الساحلية اتجاها صاعداً من الشمال إلى الجنوب انسجاماً مع الموقع بالنسبة لدوائر العرض ومن ثم المؤثرات القطبية شمالاً والمؤثرات المدارية جنوباً. بينما يكاد يأخذ خطاً مستقيما في الأخرى الداخلية نتيجة لتقارب قيم المعدل في المحطات المختلفة [باستثناء أسيوط الأكثر برودة خريفا].

د - المعدل الربيعي :

تتباعد قيم المعدلات الربيعية عن مثيلاتها الخريفية لدرجات الحرارة الصغرى في المحطات الساحلية مقارنةً بتلك الداخلية.

يبلغ المعدل الربيعي لمتوسط درجة الحرارة الصغرى في محطات الدراسة ١٦،٥ْم ، فيرتفع عن مثيله الشتوي بحوالي ٦ْم ، وينخفض عن مثيله الخريفي بحوالي ٢،٥ْم. وهكذا لا يتجاوز الفارق الحراري بين معدل الانتقاليين ٢،٥ْم ، بينما يرتفع بين معدل الانقلابيين إلى ١٣ْم.

يتراوح المعدل الربيعي في المحطات الساحلية بين ١٦ْم كحد أدنى في السويس ثم يرتفع تدريجياً إلى ١٨،٣ْم في رأس بناس جنوباً. وتنفرد هنا أيضاً محطة القصير بالدفء ربيعاً إذ يرتفع المعدل إلى ١٩،٧ْم ممثلاً أعلى المعدلات [كما كانت الأكثر دفأً شتاءً]. ويتفوق معدلها الربيعي على مثيله في رأس بناس بمقدار ١،٥ْم ويتفوق معدلها الشتوي أيضاً على مثيله بمقدار ٢ْم.

يتراوح المعدل الربيعي في المحطات الداخلية بين ١٤،٢ْم في السويس، وبين ١٧،٢ْم في قنا [الأكثر ارتفاعاً في المعدل الصيفي والخريفي].

تتباعد بصفة عامة منحنيات المعدلات الفصلية لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى مما يعكس التجانس العام بين المحطات.

٣. المعدلات الشهرية :

أ - شهور فصل الشتاء { ديسمبر - يناير - فبراير } :

يتراوح المعدل العام لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى لشهور الشتاء في المحطات بين ٩،٦ْم كحد أدنى لشهر يناير - أكثرها برودة - وبين ١٠،٢ْم كحد أقصى لشهر ديسمبر أكثرها دفأ.

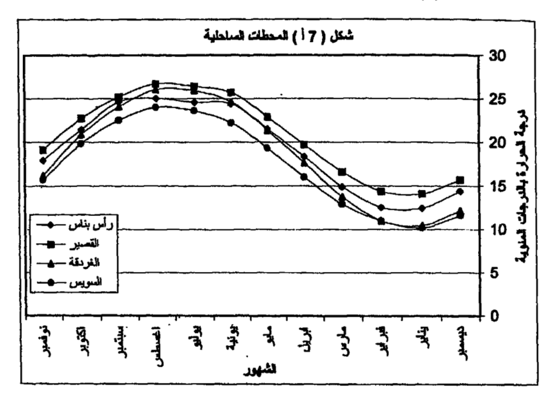
يتراوح معدل شهور الشتاء في المحطات الساحلية بين ١١،٨ْم و١٣،٥ْم لشهري يناير وديسمبر بالتوالي. بينما تنخفض نسبياً في تلك الداخلية لتتراوح بين ٧،٤ْم و٨،٨ْ م لذات الشهرين أيضاً. وهكذا يسود الدفء في الساحلية مقارنة بتلك الداخلية نتيجة دفء المياه السطحية للبحر الأحمر وبطء فقدانه لها على العكس من سرعة برودة اليابس شتاءً (شكل ٧) و(جدول ٣).

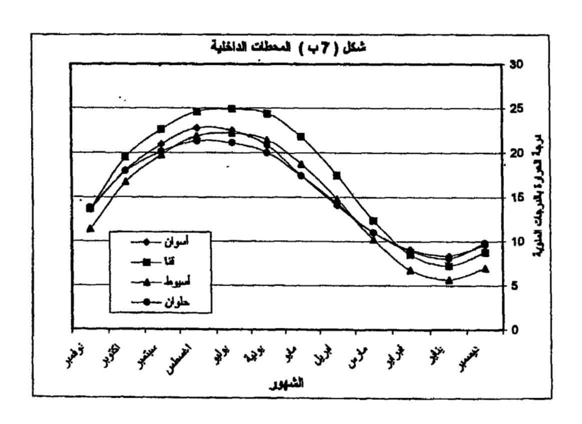
تأخذ منحنيات المتوسطات الشهرية للمحطات الساحلية اتجاهاً صاعداً من الشمال [السويس] إلى الجنوب [رأس بناس]. وإن كانت القصير أكثرها دفأً. بينما يختفي وجود اتجاهاً محدداً في المحطات الداخلية مثلها في ذلك مثل المنحنيات الفصلية. إذ تنخفض في محطة حلوان الأكثر تعرضاً للمؤثرات القطبية شمالاً لتطابق تماماً مثيلاتها في محطة أسوان أكثرها تعرضاً للمؤثرات المدارية.

ب - شهور فصل الربيع { مارس - إبريل - مايو } :

تأخذ المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى في الارتفاع التدريجي خلال شهور الربيع حينما تبدأ عمليات التسخين بدءً من شهر مارس بأقل معدل شهري يبلغ ١٢،٨ْم وانتهاءً بشهر مايو بأعلى معدل يبلغ ٢٠،٣ْم.

شكل (٧) المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى





ينخفض الفارق الحراري بين المعدلات الشهرية في المحطات الساحلية ، إذ يبلغ ٣ْم مقابل ٤ْم لمثيله في الأخرى الداخلية.

تعتبر القصير الأكثر دفأ بينما حلوان الأكثر برودة إذ يتراوح المتوسط الشهري ما بين ١٦،٦ْم : ٢٢،٩ْم ، مقابل ١١ْم : ١٧،٤ْم لشهري مارس ومايو لكلٍ منهما بالتوالي.

ج - شهور فصل الصيف { يونيو - يوليو - أغسطس } :

ترتفع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى وتكاد تختفي الفروق الحرارية فيما بين شهور الصيف الثلاث. إذ تتراوح بين ٢٣ْم في شهر يونيو [أوائل الصيف] وبين ٢٤ْم في شهر أغسطس [أواخر الصيف]. ويعد الفارق الحراري بينهما منخفضاً مقارنةً بمثيله لشهور الربيع { ٧ْم} بسبب توافر الظروف المواتية لعمليات التسخين لليابس صيفاً أكثر منها ربيعاً ، فضلاً عن ضياع جزء من حرارة الربيع في تعويض ما فقدته اليابس من حرارة خلال شهور الشتاء.

د - شهور فصل الخريف { سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر } :

تنسحب سخونة اليابس والماء صيفاً إلى شهر سبتمبر إذ يبلغ المتوسط الشهري ٢٢،٥ْم كحد أقصى ثم ينخفض المتوسط الشهري تدريجياً ليبلغ ١٥،٢ْم لشهر نوفمبر [أواخر فصل الخريف وبدايات الشتاء] بفارق حراري ٧،٣ْم بين أوائل الفصل وأواخره.

يتقارب الفارق الحراري بين شهري سبتمبر ونوفمبر [أوائل وأواخر الخريف] مع مثيله بين شهري مارس ومايو [أوائل وأواخر الربيع]. ويرتفع كلاهما مقارنة بنظائرهما في شهور الصيف والشتاء لكونهما فصلين انتقاليين يحدث خلالهما تغيرات واضحة في مراكز الضغط الجوي والكتل الهوائية المؤثرة. إذ تتزحزح المنخفضات الجوية عن أواسط أفريقيا صوب الشمال فيظهر المنخفض السوداني والمنخفض الخماسيني فوق الصحراء الكبرى

وتتحرك الجبهة دون المدارية شمالا لتقع بين دائرتي عرض ٢٥ ْش- ٣٠ ْش. وتتزحزح مسارات منخفضات البحر المتوسط جنوبا ، كما تتزحزح الكتل الهوائية شديدة الحرارة نحو الشمال فتنشأ المنخفضات شبه الخماسينية خريفا وإن كانت أقل عنفا وتوغلا. وتسهم هذه المنخفضات في ارتفاع درجة الحرارة في الاعتدالين(١).

ترتفع قيم معاملات الارتباط بين كل محطتين متقابلتين على دائرة عرض واحدة فيما يتعلق بالمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى لتتراوح بين ٠,٩٨ و ٠,٩٩ مما يعني وجود علاقة طردية قوية بينهما.

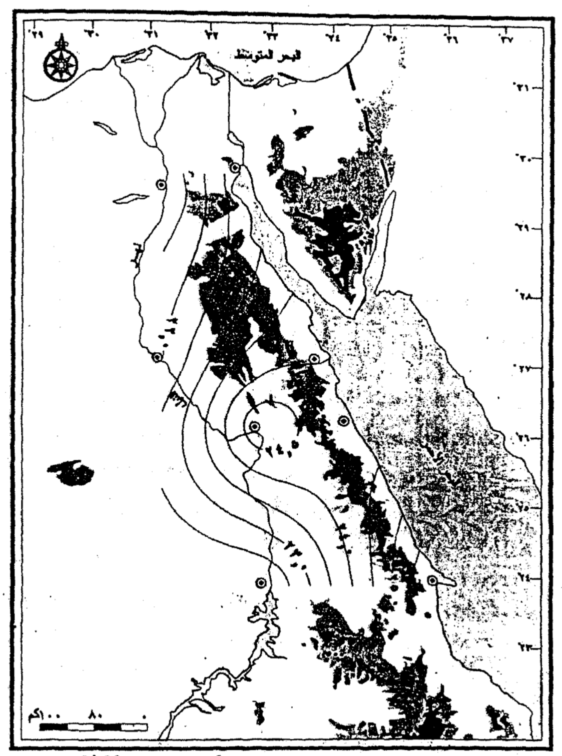
تتراوح قيم الانحراف المعياري للمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى فيما بين ٤،٨ ْم في القصير [كما هو الحال بالنسبة للمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى] ، وبين ٦،٨ ْم في قنا. كما يتراوح معامل الاختلاف للمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى فيما بين ٢٣% ، وبين ٤٦،٨% لكل منهما بالتوالي. مما يشير إلى قلة الفروق والشذوذ الحراري عن المتوسط بالنسبة للأولى وارتفاعه في الثانية.

ثالثا : معدلات درجة الحرارة اليومية

١. المعدلات السنوية :

- يبلغ المعدل السنوي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية للمحطات الدراسة ٢٣ ْم. ويتراوح ما بين ٢٦ ْم في محطة رأس بناس { ٢٣ ْش} بسبب تعرضها للظروف المدارية الجنوبية ، فضلا عن تأثرها بدفء مياه البحر الأحمر طوال العام ، وبين ٢١ ْم في محطة السويس { ٢٩ ْش} التي تتأثر أكثر من غيرها ببعض المؤثرات الشمالية ، بفارق حراري ٥ ْم بين شمال البحر الأحمر وجنوبه (شكل ٨).

(١) علي ، سنة ١٩٩٢ ص ٣٠.



شكل (٨) المعدل السنوي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية [مْ]

- تتجانس قيم المعدلات السنوية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية في المحطات الساحلية باستثناء رأس بناس حيث يرتفع المعدل السنوي بسبب موقعها الجغرافي على خليج متوغل نسبيا في مياه البحر مما يجعلها أكثر تأثرا بدفء حرارة المياه السطحية على مدار العام.
- تتقارب قيم المعدلات السنوية في المحطات الداخلية أيضا إذ تتراوح بين ٢١ْم و ٢٥ْم في محطتي حلوان وقنا.

٢. المعدلات الفصلية :

أ- المعدلات الصيفية :

- يبلغ المعدل الصيفي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية٢٩،٨ْم في محطات الدراسة.
- يأخذ منحنى المعدل الصيفي في المحطات الساحلية اتجاها صاعدا من محطة السويس شمالا إلى محطة رأس بناس جنوبا ليتراوح ما بين ٢٨،٩ْم و ٣١،٩ْم لهما بفارق ٣ْم خلال ٧ درجات عرضية تفصل بينهما [بمسافة تبلغ ٧٠٥،٢٥ كيلومتراً].
- تتدرج قيم المعدل الصيفي في المحطات الداخلية نحو الارتفاع من حلوان شمالا{٢٧،٥ْم }إلى قنا {٣٢،٧ْم} بفارق ٥،٢ْم خلال ٤ درجات عرضية [بمسافة تبلغ نحو ٤٨٨،٦٥ كيلومتراً].
- يرتفع المعدل الصيفي في محطة قنا الداخلية عن مثيله في محطة القصير الساحلية [وكلاهما يقع على دائرة عرض ٢٦ْش] بفارق ٣ْم. وهكذا فإن المحطات الساحلية هي الأكثر تجانسا فيما يتعلق بالمعدلات الصيفية للمتوسطات اليومية.

ب- المعدلات الشتوية :

- يبلغ المعدل الشتوي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ١٥،٩ْم لمحطات الدراسة. ويكاد يأخذ المنحنى خطا مستقيما صاعدا من محطة السويس شمالا {١٦ْم} إلى محطة رأس بناس جنوبا{١٩ْم} في المحطات الساحلية. بينما يختفي المسار المنتظم في المنحنى بالنسبة للمحطات الداخلية.

- تتمتع المحطات الساحلية بالدفء العام خلال فصل الشتاء مقارنة بتلك الداخلية. إذ يرتفع المعدل الشتوي في رأس بناس الساحلية مقارنةً بأسوان الداخلية { ٢٣ْش} ٥ْم. ويقابل محطة رأس بناس الأكثر دفأ شتاءً ، محطة أسيوط أكثرها برودة شتاءً.

ج - المعدلات الربيعية :

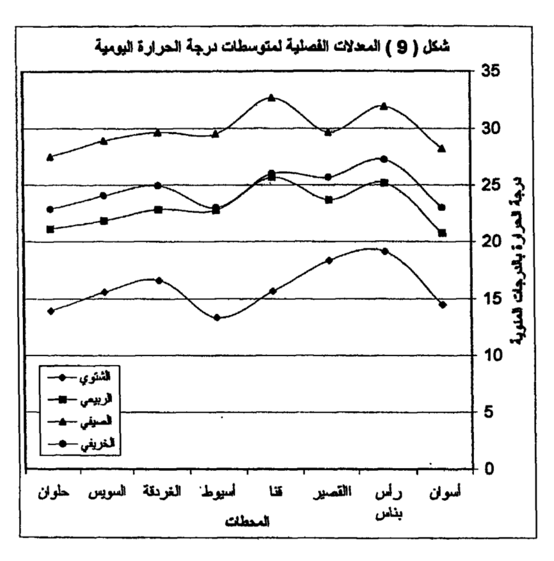
- يبلغ المعدل الربيعي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ٢٣ْم في محطات الدراسة.

- يأخذ منحنى المعدل الربيعي بالنسبة للمحطات الساحلية اتجاها صاعدا موازيا لمنحنى المعدل الشتوي {السويس ٢١،٨ْم ورأس بناس ٢٥،٢ْم} ولا يتجاوز الفارق بينهما ٣،٤ْم كنتيجة للتسخين الربيعي ، مما يشير إلى بطء تسخين المياه. بينما يتعذر تحديد مسار واضح للمعدل الربيعي بالنسبة للمحطات الداخلية كما هو الحال في منحنى المعدل الشتوي.

- ينخفض المعدل الربيعي في محطة أسوان أكثر المحطات الداخلية توغلا جنوبا ليبلغ ٢٠،٨ْم بانخفاض حوالي ٥ْم عن مثيله في قنا إلى شمالها ، وينخفض أيضا عن مثيله في رأس بناس الساحلية [كما هو الحال بالنسبة للمعدل الشتوي].

د- المعدلات الخريفية :

- يبلغ المعدل الخريفي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ٢٤،٦°م بانخفاض ٥°م عن الصيفي.
- يقترب كثيرا المعدل الخريفي من مثيله الربيعي بفارق ١،٦°م فقط (شكل ٩). ويرتبط ارتفاع الحرارة في كليهما بالمنخفضات الخماسينية ربيعا وشبه الخماسينية خريفا.



جدول رقم (٤) معدلات المتوسطات اليومية في محطات الدراسة

الشهور / المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	أغسطس	المعدل الشتوي	المعدل الربيعي	المعدل الصيفي	المعدل الخريفي
أسوان	14.93	13.71	14.8	17.14	20.88	24.26	27.5	28.64	28.56	14	20.76	28.23	22.99
رأس بناس	19.97	18.36	19.01	21.58	25.14	28.81	31.86	31.94	32.02	19	25.18	31.94	27.24
القصير	19	18	18	21	24	26	29	30	30	18	23.67	29.67	25.67
قنا	16	14	17	21	26	30	33	33	32	16	25.67	32.67	26.00
أسيوط	13.53	12.36	14.15	17.93	23.16	27.2	29.7	29.69	29.15	13	22.76	29.51	22.99
الغردقة	17.24	15.83	16.75	19.34	22.91	26.24	29.03	29.91	30.09	17	22.83	29.68	24.93
السويس	16.01	14.93	15.84	18.22	21.89	25.39	28.18	29.32	29.28	16	21.83	28.93	24.03
حلوان	14.39	13.04	14.39	17.17	21.41	24.75	27.37	27.51	27.69	14	21.11	27.52	22.85
المعدل العام	16.4	15.0	16.2	19.2	23.2	26.6	29.5	30.0	29.8	15.9	23.0	29.8	24.6

- يتقارب منحنى المعدل الخريفي مع المعدل الربيعي في المحطات الداخلية ليصل إلى حد التلاقي في محطتي أسيوط وقنا، بينما يتباعد في المحطات الساحلية ليمثلا خطين متوازيين في اتجاه صاعد من السويس شمالا إلى رأس بناس جنوبا.
- تعتبر محطة قنا الأكثر ارتفاعا في المعدلات الفصلية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ليس فقط في الاعتدالين بل والانقلابين في المحطات الداخلية والساحلية على حد سواء.

٣. المعدلات الشهرية :

أ- شهور فصل الشتاء { ديسمبر - يناير - فبراير} :

- تتراوح المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ما بين ١٥،١ْم كحد أدنى ليناير و١٦،٣ْم كحد أقصى لديسمبر (شكل ١٠) وجدول (٤).
- ترتفع المعدلات الشهرية في المحطات الساحلية لتتراوح ما بين ١٦،٨ْم و ١٧،٤ْم مقابل ١٣،٢ْم و ١٥،١ْم لتلك الداخلية لشهري يناير وديسمبر بالتوالي. وهكذا تتميز المحطات الساحلية بالدفء مقارنة بالأخرى الداخلية خلال شهور الشتاء. ويعتبر شهر يناير أبرد الشهور ، كما تعتبر أسيوط الأبرد خلال يناير{ ١٢،٤ْم }.

ب- شهور فصل الربيع { مارس - إبريل - مايو} :

- تأخذ المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية في الارتفاع تدريجيا خلال شهور الربيع إذ تتراوح ما بين ١٩،٢ْم و ٢٦،٦ْم لشهري مارس ومايو بفارق ٧ ْم تقريبا كما هو الحال بالنسبة لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى والعظمى. ويعتبر مايو أكثر شهور الربيع ارتفاعا في درجة الحرارة بسبب تراكم عمليات التسخين ، فضلا عن نشاط رياح الخماسين.

- تتمتع المحطات الساحلية بالدفء خلال شهر مارس ، كما تتميز بالتجانس الحراري خلال شهور الربيع مقارنةً بالأخرى الداخلية.

ج- شهور فصل الصيف { يونيو - يوليو - إغسطس } :

- تتقارب بشدة قيم معدلات شهور الصيف إذ تبلغ حوالي ٢٩ْم في الشهور الثلاثة.
- تأخذ منحنيات شهور الصيف ذات الاتجاه الصاعد في المحطات الساحلية، كما يصعب تحديد اتجاه محدد لها في المحطات الداخلية [كما هو الحال بالنسبة لشهور الشتاء والربيع].

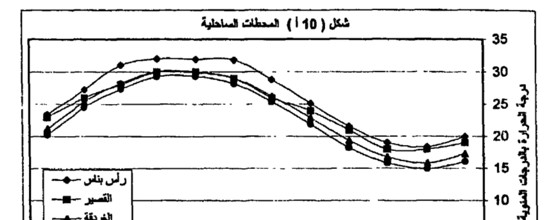
د- شهور فصل الخريف { سبتمبر - إكتوبر - نوفمبر } :

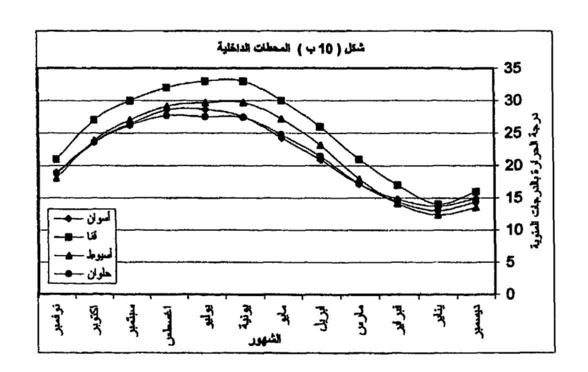
- تتراوح معدلات شهور الخريف لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ما بين ٢٨ْم لشهر سبتمبر [بانخفاض درجتين مئويتين تقريبا عن شهر أغسطس مما يشير لانسحاب حرارة الصيف إلى أوائل الخريف] ، وبين ٢٠،٦ْم لشهر نوفمبر [بارتفاع ٤ْم عن شهر ديسمبر] بفارق ٧،٤ْم بينهما.
- تتميز المحطات الساحلية بالدفء مقارنة بالداخلية نتيجة الموقع البحري فضلا عن هبوب الرياح الساخنة خلال شهور الخريف [يطلق عليها محليا سكان ساحل البحر الأحمر رياح الأذيب[1]] مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة.
- تتشابه منحنيات شهور الخريف مع مثيلاتها لشهور الشتاء والربيع والصيف سواء في ذلك المحطات الساحلية أو تلك الداخلية.
- تظهر معاملات الارتباط بين المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية وجود علاقة طردية قوية بين كل محطتين متقابلتين

(١) سالم ، سنة ١٩٩٣ ص ٨١.

على دائرة عرض واحدة [كما هو الحال بالنسبة لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى ومتوسطات درجة الحرارة العظمى] إذ تتراوح ما بين ٠،٩٧ و ٠،٩٩.

شكل (١٠) المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية





- تتراوح قيم الانحراف المعياري للمعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ما بين ٥ْم كحد أدنى في القصير و ٧ْم كحد أقصى في قنا . وتتشابه أيضا معاملات الاختلاف في المتوسطات اليومية مع مثيلاتها بالنسبة لمتوسطات الصغرى إذ تتراوح بين ٢١% و كحد أدنى في القصير وبين ٤٩،٦% كحد أقصى في قنا. وهكذا تتميز القيم الحرارية بأنها قريبة من المعدلات في القصير ، بينما تشذ عنها كثيراً في قنا.
- يتبع ارتفاع المعدلات الشهرية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية لتتجاوز ١٠ْم معظم شهور السنة سواء في المحطات الساحلية أو الداخلية إلى تصنيف مناخها بأنه مناخ حار وفق تحديد تريوارثا (بحيري ، سنة ١٩٧٩ ص ٣٤٩).

رابعا : درجة الحرارة العظمى المسجلة وموجات الحر

ا- التوزيع المكاني :

تستأثر محطة قنا بأقصى درجات الحرارة العظمى المسجلة إذ سجلت ٥٠ْم و ٤٩ْم في شهور يونيو ومايو وأغسطس ، تليها محطة أسوان ، ثم محطة أسيوط. وتتميز هذه المحطات الثلاث بكونها محطات داخلية تقع ما بين دائرتي عرض ٢٣ْش {من جهة الجنوب} و ٢٧ْش {من جهة الشمال}. ويرتبط بذلك تأثرها بالظروف المدارية صيفا إذ تتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان في شهر يونيو ، فترتفع كثافة الإشعاع الشمسي وتزيد سرعة التسخين وينشأ ضغط منخفض محلي ، كما تتزحزح الجبهة دون المدارية شمالا لتصل إلى دائرة عرض ٤٠ْش ، فتسيطر الكتل المدارية القارية والمدارية القارية شديدة الحرارة شمال وجنوب هذه الجبهة(١). ويفسر شدة ارتفاع الحرارة وبلوغها حدودها القصوى في تلك المحطات خلال شهر مايو

(١) يوسف ، سنة ١٩٩٨ ص ٢١٤.

إلى تكون المنخفض السوداني [ومركزه وسط السودان] والمنخفض الخماسيني [فوق الصحراء الكبرى] وكلاهما يتحرك في اتجاه الجبهة دون المدارية [تصبح حدودها الشمالية ما بين دائرتي عرض ٢٥ : ٣٠ ْش] في صورة رياح خماسينية شديدة الحرارة والجفاف فتبلغ درجات الحرارة العظمى المسجلة حدودها القصوى(١).

يظهر أيضا ارتفاع الحرارة خلال شهري يونيو ومايو في هذه المحطات الثلاث من خلال تحليل معدل عدد أيام الحر اللافح [ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى المسجلة لأكثر من ٤٥ ْم]. إذ ترتفع فيها إلى ٦٤ يوما خلال شهر يونيو و٤٨ يوما خلال شهر مايو. ويرتفع فيها أيضا الأيام شديدة الحرارة [ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى المسجلة لأكثر من ٤٠ ْم] لتبلغ ٣٠ يوما لشهر يونيو مقابل ١٧ يوما لشهر مايو في تلك المحطات {قنا – أسوان – أسيوط}. وهكذا تعادل عدد أيام الحر اللافح في شهر مايو ٧٥% من معدلها في يونيو ، وتنخفض إلى ٥٦% فقط بالنسبة للأيام شديدة الحرارة. ويدل ذلك على كون شهر يونيو هو الأشد حرارة في هذه المحطات الداخلية مقارنة بشهر مايو.

ترتفع عدد أيام الحر اللافح خلال الفترة ما بين شهري أبريل وأكتوبر في تلك المحطات {قنا – أسيوط – أسوان}. ويعادل نصيب شهور الصيف منها ٥٠،٣% و ٦٢،٧% و٧٣،٥% على التوالي. وهكذا تصبح محطة أسوان هي الأكثر نصيبا منها صيفا مقارنة بمحطتي أسيوط وقنا.

يرتفع معدل عدد أيام الحر اللافح {>٤٥ ْم} خلال الفترة ما بين أبريل إلى أكتوبر في محطتي السويس وحلوان. ويبلغ نصيب شهور الصيف منها ٧٤،٢% و٧٠،٩% للمحطتين بالتوالي. وهكذا تصبح محطة السويس هي الأكثر نصيبا منها مقارنة بمحطة حلوان.

(١) فايد وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٢٢.

تبلغ درجات الحرارة العظمى المسجلة في محطة رأس بناس ٤٥،٨ْم خلال شهر يوليو. وتستأثر شهور الصيف بنسبة ٦٠،٤% من معدل أيام الحر اللافح . وهكذا تصبح محطة رأس بناس هي ثاني أكثر المحطات تعرضا لموجات الحر اللافح بعد محطة قنا. وهكذا يتفوق نصيب شهور الصيف في رأس بناس على مثيله في قنا إذ يبلغ ٥٠،٣% . ويحدث العكس بالنسبة لنصيبهما في شهور الربيع إذ يبلغ ٢٤،٦% لقنا ويقابله ١٤،٥% لرأس بناس.

تعتبر محطة القصير أقل المحطات تعرضا لموجات الحر اللافح إذ لا تتجاوز في مجملها ٥ أيام كمعدل خلال مدة الدراسة. وقد انكس ذلك في انخفاض قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف.

ب - التوزيع الشهري :

تستحوذ شهور الصيف على ٦٢،٥% من معدل تكرار موجات الحر اللافح ، مقابل ١٨% للربيع و١٩،٥% للخريف على مستوى محطات الدراسة. وهكذا يتقارب نصيب الاعتدالين ، بينما نصيب الصيف يعادل ١،٧ مرة إجمالي نصيب الاعتدالين.

يرتفع نصيب المحطات الساحلية صيفاً مقارنةً بالأخرى الداخلية إذ يبلغ ٦٦،٧% مقابل ٦٠،٢%. بينما يتفوق نصيب المحطات الداخلية ربيعاً مقارنة بالأخرى الساحلية إذ يبلغ ٢٠،٥% للداخلية مقابل ١٣،٥% للساحلية. ويتقارب نصيب كليهما خريفاً إذ يبلغ حوالي ١٩% من معدل تلك الموجات.

يكاد يقترب نصيب شهر مايو مع نصيب شهر سبتمبر إذ يبلغ ١٢،٨% مقابل ١٣،٤%. كما يتقارب نصيب شهر أبريل وشهر أكتوبر إذ يبلغ ٥،٢% و ٦،١% على مستوى المحطات.

يتفوق نصيب المحطات الداخلية من تكرار موجات الحر اللافح مقارنة بالأخرى الساحلية إذ يبلغ المعدل السنوي لنصيب كل منهما ٦٣،٦% و ٣٦،٤ % – خلال مدة الدراسة – مما يشير إلى وضوح تأثير الموقع الجغرافي.

خامسا : درجة الحرارة الصغرى المسجلة وموجات البرد

١. التوزيع المكاني :

تنخفض درجة الحرارة الصغرى المسجلة في محطة أسيوط خلال شهور الشتاء لتبلغ –١°م في شهري يناير وفبراير. وتعد هذه المحطة الأكثر تعرضا لموجات البرد خاصا في يناير ليرتفع معدل عدد أيام موجات البرد {تنخفض درجة الحرارة الصغرى المسجلة عن ٩°م} لتعادل ٢٨،٧% من معدلها في سائر المحطات. كما يبلغ نصيب يناير وديسمبر وفبراير منها ٢٧،٩% و٢٦% و ٢٣% من معدلها في أسيوط. وينخفض نصيب شهر نوفمبر {أواخر الخريف} عن نصيب شهر مارس {أوائل الربيع} إذ يبلغ نصيبهما بالتوالي ٧،٧% و١٤،٤% من معدلها في أسيوط. وهكذا يعادل نصيب الربيع ضعف مثيله في الخريف ، أي أن أوائل الربيع أبرد من أواخر الخريف في أسيوط.

يقابل محطة أسيوط الداخلية ، محطة الغردقة الساحلية { ٢٧° ش}. وإذ يرتفع نصب الأولى من معدل عدد أيام موجات البرد {<٩°م} ليعادل ١/٥ إجمالي معدل عدد أيام موجات البرد في مختلف المحطات ، بينما لا تحدث هذه الموجات في الثانية بسبب دفء مياه البحر الأحمر.

تحتل قنا الترتيب الثاني بعد محطة أسيوط من حيث معدل عدد أيام موجات البرد إذ يبلغ نصيب محطة قنا من معدل هذه الموجات ٢١% من جملتها في سائر المحطات. وتستأثر شهور الشتاء بالنصيب الأكبر منها إذ تبلغ ٣٢،٩% و ٢٦،٣% و٢٥% لشهور يناير وديسمبر وفبراير بالتوالي. وينخفض أيضا نصيب شهر نوفمبر مقابل نصيب شهر مارس ، إذ يبلغ ٥،٧

% و١٠،٥% لكل منهما بالتوالي ، ليعادل نصيب أوائل الربيع ضعف نصيب أواخر الخريف [كما هو الحال في محطة أسيوط].

تحتل محطة أسوان المركز الثالث إذ يبلغ نصيبها من معدل عدد أيام موجات البرد ١٩،١% من جملتها في محطات الدراسة. ويبلغ نصيب شهور يناير وفبراير وديسمبر منها ٣١،٩% و ٢٦،١% و٢٣،٢% على التوالي من معدلها في أسوان. وينخفض كذلك نصيب شهر نوفمبر مقابل شهر مارس إذ يبلغ ٢،٩% و١٥،٩% بالتوالي.

يبلغ نصيب تلك المحطات الداخلية الثلاث [أسيوط – قنا – أسوان] ٦٨،٨ % من إجمالي معدل عدد أيام موجات البرد في محطات الدراسة.

قد أسهم دفء مياه البحر الأحمر في انخفاض نصيب محطة السويس من تلك الموجات ليبلغ ٦،١% مقابل ١٣،٨% لمحطة حلوان الداخلية [أي أن نصيب السويس يعادل١/٢ نصيب حلوان]. وكذلك ينخفض بوضوح نصيب رأس بناس ليبلغ ١،٧% مقابل ١٣،٢% لمحطة أسوان على ذات دائرة العرض.

٢. التوزيع الشهري :

يعتبر شهر يناير أبرد شهور السنة إذ تسجل خلاله أدنى درجات حرارة صغرى مسجلة في محطات الدراسة. ويستحوذ على ما نسبته ٣٢% من معدل عدد أيام موجات البرد {تنخفض درجة الحرارة الصغرى المسجلة عن ٩ْم} في مختلف المحطات. ويتراوح نصيبه بين ٢٧،٩% كحد أدنى في أسيوط و٤٠,٦% كحد أقصى في السويس.

يحتل شهر ديسمبر المرتبة الثانية بعد شهر يناير بنصيب يبلغ٢٤،٣ %. ويعتبر شهر فبراير أدفأ شهور الشتاء بنصيب لا يتجاوز ٢٢،٧% من معدل تكرار تلك الموجات. يعتبر شهر فبراير أدفأ شهور الشتاء بنصيب لا يتجاوز ٢٢،٧% من جملة تكرار تلك الموجات. ويبلغ نصيب شهور الشتاء ٧٩،٣% من معدل تكرارها في مختلف المحطات خلال فترة الدراسة.

يبلغ نصيب شهر مارس ١٣،٣% مقابل ٤،٧% لشهر نوفمبر من معدل تكرار أيام موجات البرد ، أي ما يعادل أكثر من ثلاثة أمثال نصيب شهر نوفمبر. وهكذا فإن أوائل الربيع أبرد من أواخر الخريف في مختلف المحطات.

سادسا : المدى الحراري السنوي والفصلي

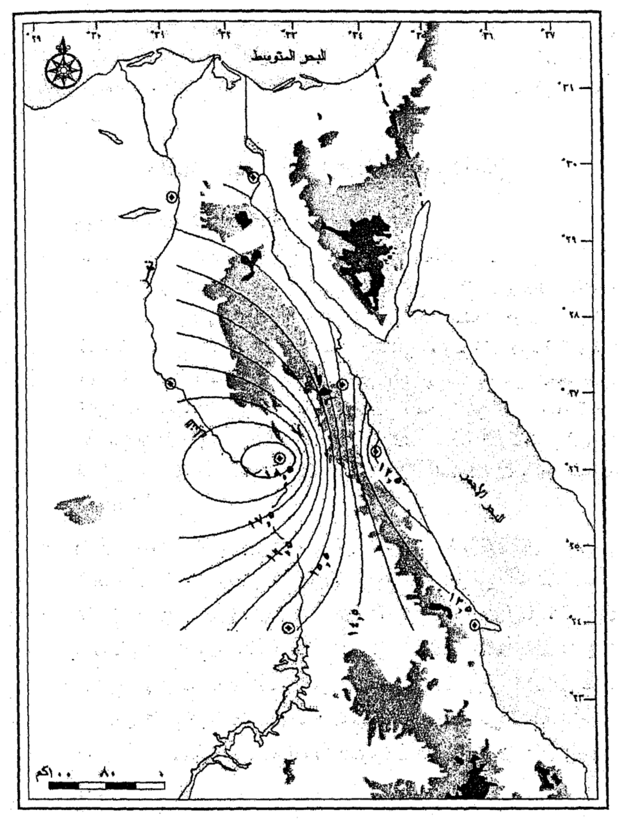
١. المدى الحراري السنوي :

- يتراوح معدل المدى الحراري السنوي في محطات الدراسة بين ١٢ْم كحد أدنى في القصير ، وبين ١٩ْم كحد أقصى في قنا. ويرتبط انخفاضه في القصير بدفئها شتاء [المعدل الشتوي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ١٨ْم] واعتدالها صيفا [المعدل الصيفي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ٢٩،٧ْم] بسبب موقعها البحري وما يرتبط به من الخصائص الحرارية للمياه [الحرارة النوعية ، الألبيدو ، فضلا عن دفء مياه البحر الأحمر المدارية]. ولا يمكن إغفال المؤثرات المحلية المرتبطة بظهيرها الجبلي أو درجة عمق المياه في منطقة الشاطئ المواجه لمدينة القصير[١].

- يتراوح المدى الحراري السنوي في المحطات الساحلية بين ١٢ْم في القصير و ١٤،٣ ْم في السويس.إذ يرتفع تدريجيا من الجنوب صوب الشمال انعكاسا للموقع بالنسبة لدوائر العرض وما يرتبط به من زيادة ونقصان في زاوية ميل الأشعة الشمسية وكثافتها صيفا وشتاء. بينما يتراوح في المحطات الداخلية بين ١٤،٧ْم في حلوان و ١٩ْم في قنا ، وهكذا يرتفع باتجاه عام صوب الجنوب [على العكس من اتجاه مثيله في المحطات الساحلية] انعكاسا لسيادة المؤثرات القارية (شكل ١١) وجدول (١).

---

(١) يوسف ، سنة ١٩٩٨ ص ٢١٩.



شكل (١١) المدى الحرارى السنوى[مْ]

- يرتفع المدى الحراري السنوي في محطة أسيوط ليحتل المركز الثاني بعد محطة قنا [وكلاهما من المحطات الداخلية] ليبلغ ١٧،٤°م. ويرتبط ذلك بارتفاع درجة الحرارة صيفا كنتيجة للمؤثرات القارية ، إذ يبلغ المعدل الصيفي لمتوسطات درجة الحرارة اليومية ٣٢،٧°م و ٢٩،٥°م لمحطتي قنا وأسيوط بالتوالي ، مقابل انخفاض مثيله الشتوي إلى ١٦°م و ١٣°م للمحطتين بالتوالي.
- يزيد المدى الحراري السنوي بمعدل ٢،٥°م لكل ١٠ كيلومترا ابتعادا عن خط الساحل. تتراوح درجة القارية بين ٤،٠ كحد أقصى في محطة أسيوط [على أساس أن درجة الصفر تمثل أعلى درجات القارية] ، وبين ٧،١٦ كحد أدنى في محطة القصير. وتنخفض شدة القارية بمعدل ٣،٦ لكل ١٠ كيلومترا اقترابا من خط الساحل.

٢. المدى الحراري الفصلي :

أ - المدى الشتوي :

- يبلغ المعدل العام للمدى الحراري الشتوي ١،٦°م في محطات الدراسة. ويتميز المدى الحراري الشتوي بانخفاضه مما يعكس قلة الفروق الحرارية بين شهور الشتاء بسبب تشابه الظروف المتحكمة في درجة الحرارة.
- يتراوح المدى الحراري الشتوي في المحطات الداخلية بين ١،٢°م في محطة أسوان الأكثر دفا ، وبين ٣°م في محطة قنا حيث ترتفع نسبيا الفروق الحرارية الشهرية.

ب - المدى الصيفي :

ينخفض المدى الحراري الصيفي ليعادل نصف مثيله الشتوي ليبلغ ٠,٨°م بسبب ارتفاع درجة الحرارة بصفة عامة خلال شهور الصيف. ويسود التجانس الحراري بين شهور الصيف من ناحية ، وبين سائر المحطات من ناحية أخرى.

ج - المدى الربيعي :

- يرتفع المعدل العام للمدى الحراري الربيعي ليبلغ ٧،٥°م، وينخفض إلى ٦،٧°م في المحطات الساحلية، ويرتفع إلى ٨،٣°م في المحطات الداخلية. ويرتبط ذلك بانخفاض استجابة المياه للمؤثرات الدفيئة ربيعا ، بينما تستجيب اليابس بسرعة للتسخين الناتج عن انخفاض معدلات التغييم وارتفاع قيم سطوع الشمس ، فضلا عن نشاط المنخفضات الخماسينية ذات الجبهات الساخنة. وتظهر الفروق الحرارية بين شهر مارس {أوائل الربيع} وبين شهر مايو {أواخر الربيع} خاصة في المحطات الداخلية مقارنة بتلك الساحلية بسبب اختلاف الموقع الجغرافي.
- يرتفع المدى الحراري الربيعي كثيرا عند مقارنته بالمدى الشتوي إذ أنه يعادل ٧ أمثاله تقريبا كنتيجة للتسخين المفاجئ لليابس منذ أوائل الربيع ، ثم سرعان ما تتراكم الطاقة الحرارية لتصل حدودها القصوى في أواخره. هذا فضلا عن ارتفاع الحرارة الناتج عن رياح الخماسين خلال شهر مايو.
- يتراوح المدى الحراري الربيعي في المحطات الساحلية بين ٧،٧°م في رأس بناس ، وبين ٥°م في القصير ، يقابله في المحطات الداخلية ٧،١°م في أسوان و ٩،٣°م في أسيوط.

د - المدى الخريفي :

- يبلغ المعدل العام للمدى الجراري الخريفي ٧،٤°م ، وينخفض إلى ٦،٦°م في المحطات الساحلية ، ويرتفع إلى ٨،٢°م في المحطات الداخلية.
- يتقارب المدى الجراري الخريفي والمدى الحراري الربيعي لكونهما فصلين انتقاليين فتظهر الفروق الحرارية بين أوائلهما وأواخرهما. ويرتفع المدى في كليهما مقارنة بانخفاضه في فصلي الشتاء والصيف حينما تستقر الظروف المناخية المتحكمة في درجة الحرارة.

النتــــــائج :

- تتميز محطة القصير الساحلية بكونها أكثر المحطات دفأ خلال الليالي الشتوية ، وأكثرها اعتدالا صيفا. وتتمتع بثبات حراري خلال فصلي الربيع والخريف. وينخفض فيها المدى الحراري السنوي إلى أقل مستوياته مقارنا بمختلف المحطات الساحلية أو الداخلية. وتنخفض أيضا قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف بسبب ندرة حدوث القيم الحرارية الشاذة عن المعدل.
- تعتبر محطة قنا أكثر المحطات قارية إذ يرتفع المدى الحراري السنوي ليمثل حده الأقصى بالنسبة لمحطات الدراسة، كما تتميز بأعلى تكرار للقيم الشاذة عن المعدل .
- ينخفض المدى الحراري السنوي في المحطات الساحلية مقارنة بالمحطات الداخلية.
- يرتفع المدى الحراري السنوي بمعدل ٢،٥ْم لكل ١٠ كيلومترا ابتعادا عن خط الساحل. وتنخفض شدة القارية بمعدل ٣،٦ لكل ١٠ كيلومترا اقترابا من خط الساحل.
- تتقارب القيم المرتفعة لمعدلات المدى الحراري الخريفي والربيعي لكونهما فصلين انتقاليين. ويرتفع المدى في كليهما مقارنة بانخفاضه في فصلي الصيف والشتاء حينما تستقر الظروف المناخية المؤثرة في درجة حرارة الهواء.
- يتميز أوائل الربيع { شهر مارس } بكونه أبرد من أواخر الخريف { شهر نوفمبر } في محطات الدراسة.
- تصنف محطات الدراسة ضمن المناخ الحار وفق تصنيف تريوارثا.
- ترتبط الخصائص الحرارية في كل محطتين متقابلتين على دائرة عرض واحدة بعلاقة طردية قوية بالرغم من تباين موقعهما الجغرافي.

المراجع والمصادر :

١. إسماعيل ، أحمد علي : مناخ مدينة أسيوط ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني ، القاهرة ، سنة ١٩٦٩ ص ١٠٩ : ص ١٣٥.

٢. بحيري ، صلاح الدين : جغرافية الصحاري العربية ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، معهد البحوث والدراسات العربية ، دار الغريب للطباعة ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، سنة ١٩٧٩.

٣. بيري ، ص. ز. وص. ي. شورلي : الغلاف الجوي والطقس والمناخ ، مترجم : عبد القادر عبد العزيز علي ، مراجعة : يوسف عبد المجيد فايد ، المجلس الأعلى للثقافة ، القاهرة ، سنة ١٩٩٠.

٤. حجازي ، محمد : نحو دراسة في جغرافية مصر ، دار الثقافة والنشر والتوزيع ، القاهرة ، سنة ١٩٨٦

٥. سالم ، طارق ذكريا إبراهيم : مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر – دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الزقازيق ، سنة ١٩٩٣.

٦. عبد الحكيم ، محمد صبحي : مدينة الإسكندرية ، مكتبة مصر ، سنة ١٩٧٩.

٧. علي ، عبد القادر عبد العزيز : التباين المكاني والزماني لدرجة الحرارة في جمهورية مصر العربية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الرابع والعشرون ، سنة ١٩٩٢ ص ٢١ : ص ٦٩.

٨. عمر ، محمود محسن : الجزر الحرارية فوق المناطق المدارية ومقارنتها بجزر المناطق المعتدلة مع استنتاج طريقة لتقدير النهاية العظمى لشدة الجزر الحرارية فوق مدن جمهورية مصر العربية ،

أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، سنة ١٩٨٨.

٩. فايد ، يوسف عبد المجيد وآخرون : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤.

١٠. كندرو : مناخ مصر ، تعريب : حسن طه نجم وآخرون ، مطبعة الحكومة ، بغداد ، سنة ١٩٦٧.

١١. يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التباين المناخي بين السواحل المصرية – دراسة جغرافية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني والثلاثون ، سنة ١٩٩٨ ص ٢٠٥: ص ٢٤٤.

١٢. يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التباين المناخي على ثلاثة محاور طولية في مصر ، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد الرابع ، سنة ٢٠٠٠.

١٣. إدارة المساحة العسكرية : خريطة محافظة البحر الأحمر ، بمقياس ١ : ١٢٥٠٠٠٠ ، سنة ١٩٩٥.

١٤. الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية ، بيانات مناخية غير منشورة لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١ : ١٩٩٨.

١٥. الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية ، الأطلس المناخي لمصر ، الهيئة المصرية العامة للمساحة ، سنة ١٩٩٦.

جامعة المنوفية
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية
مدينة السادات

فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وأثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية

إعداد
الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ـ جامعة المنوفية

يونيو ٢٠٠٣

مقـــــدمة :

يتناول هذا البحث دراسة فاعلية درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية وآثارها في درجة شعور الإنسان بالراحة في مناطق الدلتا المصرية. وتمتد منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ٢٥َ ٢٩ْ شمالاً ، وبين ٣٣َ ٣١ْ شمالاً ، و بين خطي طول ١٢َ ٣٠ْ شرقاً ، وبين ٢٨َ ٣٢ْ شرقاً. وقد اعتمد البحث في تحديد منطقة الدراسة على الموقع الفلكي في المقام الأول للارتباط الوثيق بين الخصائص المناخية والموقع الفلكي دون أن يعني ذلك إغفال تأثير الموقع الجغرافي والخصائص الطبوغرافية.

وتتميز منطقة الدراسة بانبساط السطح واستوائه وانحداره التدريجي.إذ تنحدر من القاهرة جنوباً حيث منسوب ١٧ متراً إلى مستوى سطح البحر شمالاً بمسافة ١٧٠ كيلومتراً بمتوسط انحدار ١م/١٠كم وتتقارب خطوط الكنتور نسبياً في الأجزاء الجنوبية للدلتا بينما تتباعد شمالاً ليصل متوسط الانحدار بالقرب من البحيرات إلى ١م/٣٠كم ، ثم ينخفض ليبلغ ١م/ ٥٠ كم[١]. ويمتد ساحل الدلتا لمسافة حوالي ٢٢٠كم فيما بين بور سعيد والإسكندرية كجزء من الساحل الشمالي الذي يمتد بمسافة تبلغ ١٠٠٠كم[٢] ، وتشرف على ساحل البحر المتوسط بهذا الاستواء فتكون بمثابة بوابة مفتوحة أمام مؤثراته والمؤثرات الأطلسية أيضاً لتتوغل جنوباً حتى دائرة عرض ٣٠ْ شمالاً حيث الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة[٣]. ويسهم أيضاً اتساع البحيرات الساحلية الشمالية [المنزلة ١٥٥ألف فدان – البرلس ٥٥ ألف فدان – إدكو ١٧ ألف فدان بمنسوب متر واحد تحت مستوى سطح البحر[٤]] في وضوح كل من المؤثرات البحيرية والبحرية تحت تأثير الرياح السائدة من

(١) أبوالحجاج ، يوسف، سنة ١٩٩٤ ب ، ص٧٧.
(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٨٧ ص٤.
(٣) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ص٢٦.
(٤) أبوالحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤ب ص٧٧.

الجهات الشمالية الثلاث. وتغطى الدلتا الأراضي الزراعية وشبكة كثيفة من الترع والمصارف ، فضلاً عن فرعي دمياط ورشيد [يصل طول الأول ٢٣٥ كم والثاني ٢٢٩ كم[١] ، مما يسهم في توفير مصادر المياه فتنشط عمليات التبخر تحت تأثير الوفرة الحرارية بالمنطقة فيرتفع محتوى الهواء من بخار الماء، مما يحدد الرطوبة النسبية في ضوء علاقتها العكسية بدرجة الحرارة.

هذا ، ولا يشعر الإنسان بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر الجاف ، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية ، إذ تنخفض قدرته على احتمال درجة الحرارة حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع في رطوبته النسبية ، والعكس في حالة الهواء الجاف. ويرى البعض[٢] أن الإنسان يشعر بالراحة عند درجة حرارة ٣٠ْم ورطوبة نسبية ٥٠%، بينما ينزعج حين ارتفاعها إلى ٨٥% مع ثبات درجة الحرارة.ويرتبط ذلك باختلاف درجة التأقلم المناخي Acclimatization للإنسان مع الإجهاد الحراري Heat Stress وفقاً لرطوبته النسبية[٣].

وقد قام البعض بدراسة الأبعاد التأثيرية لدرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية في درجة شعور الإنسان بالراحة. إذ قام العالم "تيرجنج" Terjung,١٩٦٦ بتقسيم العالم إلى أقاليم مناخية حيوية Bioclimatic Regions. وقد حدد أنسبها لراحة الإنسان هي تلك التي تتمتع بمتوسطات شهرية ٢٠ْم ورطوبة نسبية ٧٠% ، بينما تصبح غير مريحة حينما ترتفع إلى ٢٣,٣ْم مع ثبات الرطوبة النسبية[٤].

---

(١) أبو الحجاج، يوسف سنة١٩٩٤(ب) ص٦٣.

(٢) الفندي ، سنة ١٩٧٧ ص٢٩٣.

(٣) Hobbs,1980, p.62.

(٤) Mather,1974, p.254.

وقد قام العالم "توم" Thom سنة ١٩٥٩ بصياغة معيار الحرارة - الرطوبة فيما يطلق عليه قرينة الانزعاج[١] لتحديد المناخ المثالي لراحة الإنسان ، فضلاً عن أربعة أنواع أخرى للمناخ الحيوي معتمداً على الحرارة الشهرية {بالدرجات المئوية} والرطوبة النسبية[٢]. كما استخدم العالم بروكس Brooks تعبير الحرارة المحسوسة Sensible Temperature واعتبرها المحصلة الحرارية التي يحس بها الإنسان. وقد اعتبر درجة الحرارة ٢٥ ْم هي درجة الحرارة المريحة Comfort Degree ، بينما يصبح الهواء ثقيلاً إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٢٥ ْم من الترمومتر المبلل ، وحينما ترتفع لأكثر من ٢٨ ْم يصبح الهواء مرهقاً ويصعب العمل[٣].

وقد استخدم العالم أوليفر Oliver,١٩٧٢ معيار الحرارة / الرطوبة Temperature Humidity Index (THI) واعتبره أهم المعايير الميتورولوجية الحيويةBiometeorolgical Indices التي تحدد الحرارة التي يشعر بها الإنسان وأطلق عليها الحرارة المؤثرة Effective Temperature [٤] ، ويعتمد البحث

(١) قرينة توم ويطلق عليها قرينة الانزعاج على النحو التالي:

DI = T- 0.55 (1-H) T-14.5

حيث : T : درجة حرارة الترمومتر الجاف (م ْ).

H: الرطوبة النسبية % وقد حدد درجات الراحة وفقاً لنتائج المعادلة على النحو التالي

أقل من ١٠ : انزعاج شديد بارد ، ١٠- ١٥ : انزعاج متوسط بارد ، ١٥ - ١٨ : راحة نسبية باردة، ١٨ - ٢١ : راحة تامة ، ٢١ - ٢٤ : راحة نسبية حارة ، ٢٤ - ٢٧ : انزعاج متوسط حار ، ٢٧ - ٢٩ : انزعاج شديد حار ، أكثر من ٢٩ : إجهاد كبير وخطير، (مسعود ، محمد سنة ٢٠٠٢ ، ص ٢٣١)

(٢) علي ، عبدالقادر سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٨.

(٣) شرف ، عبدالعزيز طريح ، سنة ١٩٨٠ ص ١٣٩ - ١٤١.

(٤) وقد حددها وفق المعادلة التالية :

ET= Td-0.55-(0.55RH) (Td-58)

حيث Td: درجة حرارة الهواء الجاف ف ْ

RH: الرطوبة النسبية %

٥٨ : معامل ثابت

وقد حدد اوليفر درجات الراحة وفقاً لنتائج الحرارة المؤثرة (ET) كالتالي:

أقل من ٦٠ : بعض الناس يشعرون بعدم الراحة

على تطبيق هذه المعادلة وفق معطيات بيانات ٢٣ محطة رصد جوي تتوزع في مناطق الدلتا ، فضلاً عن ثلاث محطات ساحلية شمالية {رشيد - بلطيم - دمياط} ، وثلاث محطات أخرى على الأطراف الشرقية للدلتا {بور سعيد - الإسماعيلية - السويس} ، وثلاث تمثل رأس الدلتا {مطار القاهرة - غرب القاهرة - الجيزة} بهدف تدعيم نتائج الدراسة من جراء الاستفادة بأكبر عدد من المحطات التي تشترك في ملامحها المناخية العامة مع منطقة الدراسة ، ولذا قد تجنب البحث الاستعانة بأيٍ من محطات الساحل الشمالي الغربي (شكل ١). ويعتمد البحث على تحليل بيانات درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية في محطات الدراسة خلال الفترة ما بين ١٩٦١ : ١٩٩٨

أهداف البحث :

- إبراز الفروق الحرارية وتحليل أسبابها وتحديد مستوياتها السنوية والفصلية والشهرية بين محطات الدراسة.
- بحث خصائص الرطوبة النسبية من حيث توزيعاتها ومعدلاتها السنوية والفصلية والشهرية.
- تحديد الخصائص الفصلية للمناخ الحيوي في منطقة الدراسة.
- بحث مدى ملائمة مناخ منطقة الدراسة لراحة الإنسان.
- تحديد أنسب الفصول والشهور لراحة الإنسان وفقاً لدرجات الحرارة العظمى والصغرى واليومية تحت تأثير خصائص الرطوبة النسبية.

٦٠ – ٦٥ : أغلب الناس يشعرون بالراحة

٧٥ : نصف الناس على الأقل لا يشعرون بالراحة

٨٠ أو أكثر : يشعر الجميع بعدم الراحة وفقدان القدرة على التركيز.

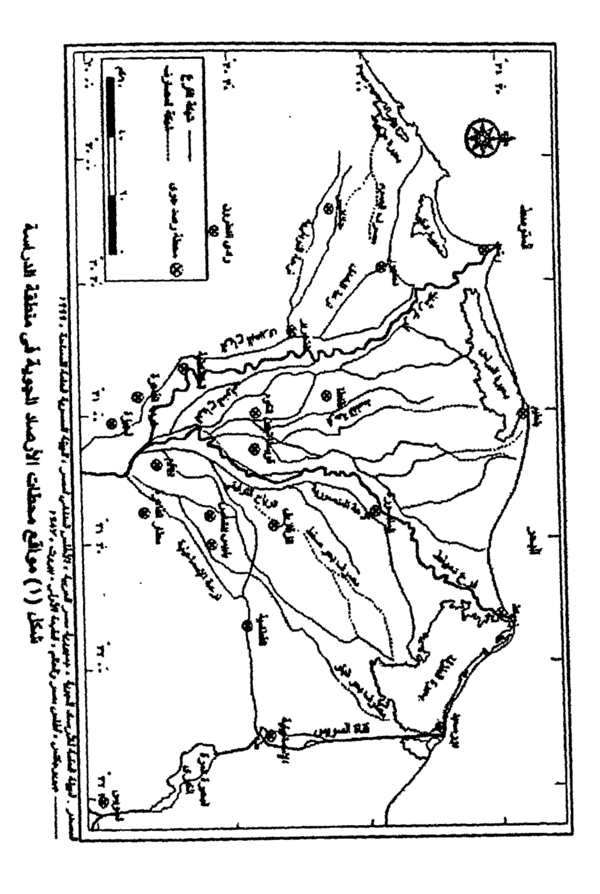
(Oliver , 1981.p190:200)

فرضيات البحث :

- ترتبط الخصائص التفصيلية للعناصر المناخية – محل الدراسة – بالموقع الجغرافي أكثر من ارتباطها بالموقع الفلكي لامتدادها الطولي المحدود.
- يلعب الظهير " الزراعي منه أو الصحراوي " دوراً واضحاً في إبراز الخصائص التفصيلية للعناصر المناخية.
- يعتبر كل من فصل الربيع وفصل الخريف الأنسب مناخياً لراحة الإنسان.
- تظهر بوضوح الفروق بين المحطات فيما يتعلق بإحساس الإنسان بالراحة المناخية خلال فصلي الشتاء والصيف.
- لا يعني الموقع البحري للمحطات أن يكون مناخها الأنسب لراحة الإنسان على مدار العام.

ولتحقيق أهداف البحث والتحقق من فرضياته ، يتناول البحث دراسة المعدلات السنوية والفصلية والشهرية للعناصر التالية :

- معدلات درجة الحرارة العظمى
- معدلات درجة الحرارة الصغرى
- معدلات درجة الحرارة اليومية
- معدلات الرطوبة النسبية
- درجات الحرارة المؤثرة



شكل (١) مواقع محطات الأرصاد الجوية في منطقة الدراسة

العنصر المحطة	دائرة العرض دقيقة/درجة	خط الطول دقيقة درجة	الارتفاع عن البحر بالمتر	البعد عن البحر بالكيلومتر	المعدل السنوي للرطوبة النسبية	المعدل السنوي للحرارة اليومية	المعدل السنوي للحرارة العظمى	المعدل السنوي للحرارة الصغرى	المدى السنوي للحرارة مْ	درجة القارية #
بلطيم	31 33	31 6	1.0	2.8	69.9	20.3	24.1	16.9	12.9	21.6
رشيد	31 23	30 24	1.7	12	69.4	20.5	24.8	16.3	13.2	21.6
دمياط	31 25	31 49	1.98	6	73.5	19.7	24.5	15.5	13.5	21.0
بور سعيد	31 17	32 14	0.8	0	69	21.0	24.0	18.0	13.6	22.4
دمنهور	31 02	30 28	2.38	50	68.4	19.8	26.8	14.1	14.5	20.9
المنصورة	31 00	31 27	4.25	52.86	67.1	19.7	27.3	13.2	15.1	21.0
جناكليس	30 49	30 12	8.11	50	66.0	20.0	26.6	14.0	13.9	20.7
طنطا	30 49	31 00	6.4	82.8	66.1	19.4	27.0	13.1	14.1	19.9
التحرير	30 39	30 42	15.6	91.4	65.4	19.9	28.1	13.2	14.8	20.6
شبين الكوم	30 36	31 01	11.5	95.7	66.1	20.0	27.5	13.4	14.6	21.2
قويسنا	30 35	31 08	9.15	115.7	67.3	19.8	28.0	12.8	14.8	20.8
الزقازيق	30 35	31 30	8.27	95.7	61.8	20.4	26.9	14.8	14.5	21.4
الإسماعيلية	30 35	32 14	11.54	78.57	60.8	21	28	15	14.93	21.93
بلبيس	30 24	31 35	29.48	121.43	58.8	20.8	27.6	14.6	14.8	21.6
النطرون	30 24	30 22	48.98	104.3	54.8	20.8	28.3	14.4	14.9	21.4
أنشاص	30 23	31 28	29.77	180	59.8	20.7	27.5	14.8	14.5	21.5
الخطاطبة	30 19	30 52	15.23	135.7	61.2	20.3	27.7	13.7	14.7	21.3
بهتيم	30 18	31 15	16.9	157.1	63.4	19.8	27.3	12.6	14.8	20.7
مطار القاهرة	30 08	31 24	64.12	157.1	54.9	21.4	27.5	15.8	14.6	21.8
غرب القاهرة	30 06	30 54	163.34	157.1	56.2	20.3	26.9	14.5	15.0	21.1
القناطر	30 03	31 50,	244.7	114.3	55.4	20.1	26.9	13.8	15.7	20.9
الجيزة	30 03	31 13	34.4	171.4	48.6	22.0	28.4	15.8	16.8	23.0
السويس	29 25	32 28	2.48	135.7	50.9	23	29	17	14.39	23.01

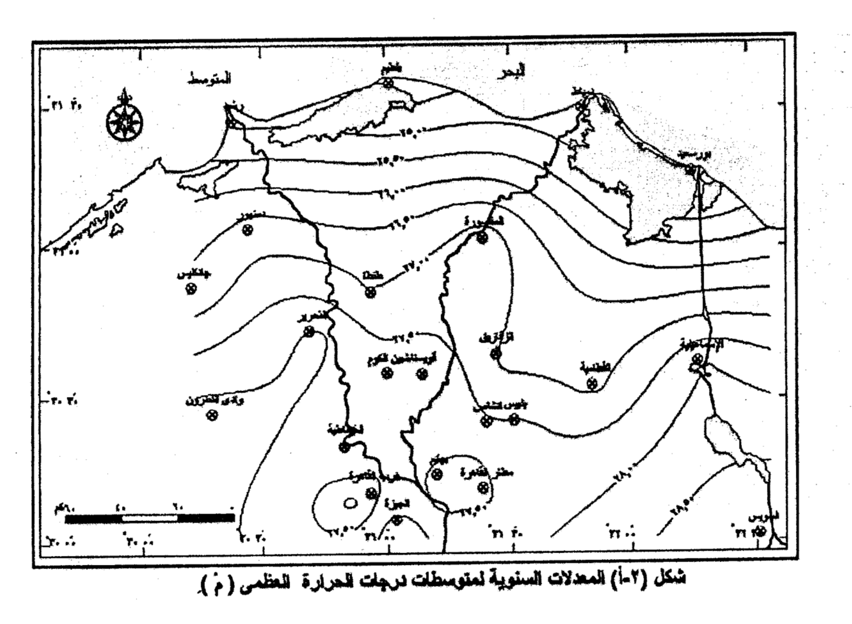
المصادر:

الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية ، بيانات مناخية غير منشورة لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١ - ١٩٩٨ م

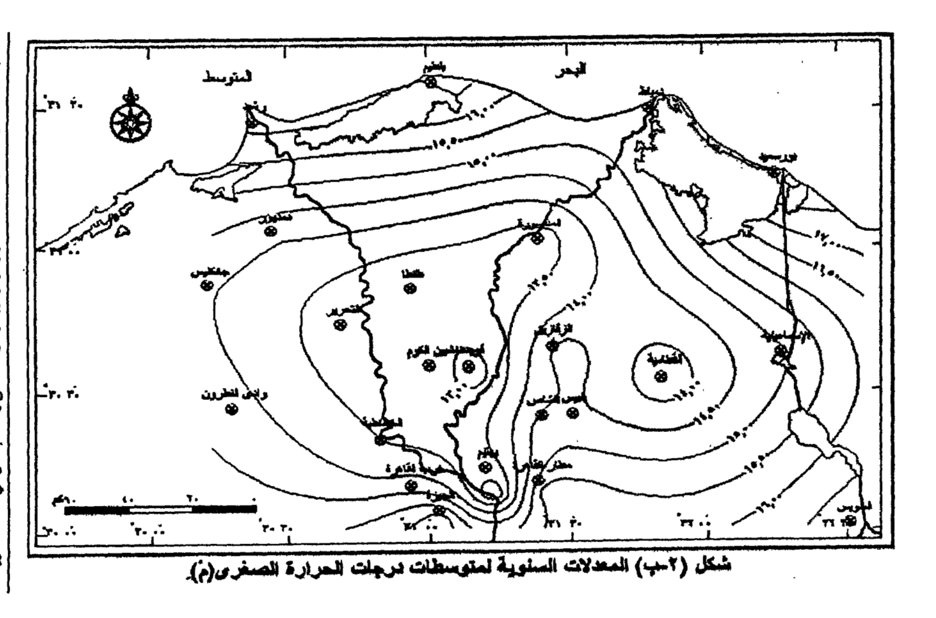
الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية ، بيانات مناخية غير منشورة لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١ ، ١٩٩٨ م

العربية ، الأطلس المناخي لمصر ، الهيئة المصرية العامة للمساحة ، سنة ١٩٩٦ م

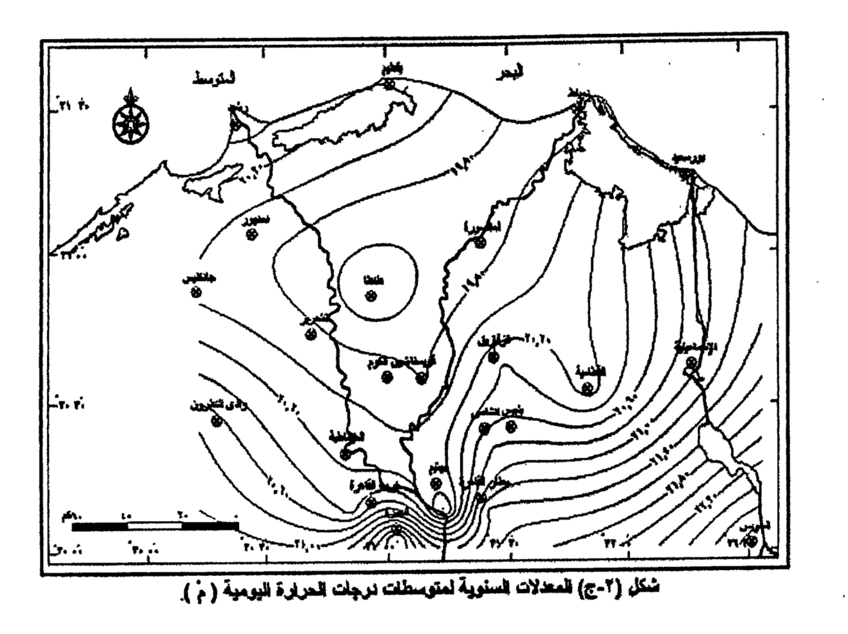
الهيئة المصرية العامة للمساحة ، جمهورية مصر العربية خرائط مواصلات الوجه البحري ، القاهرة ، سنة ١٩٨٧ م ، بمقياس ١ : ٤٠٠٠٠



شكل (٢-أ) المعدلات السنوية لمتوسطات درجات الحرارة العظمى (مْ).



شكل (٢-ب) المعدلات السنوية لمتوسطات درجات الحرارة الصغرى (م°).



شكل (٢-ج) المعدلات السنوية لمتوسطات درجات الحرارة اليومية (مْ).

أولاً : المعدلات السنوية

يمكن تتبع المعدلات السنوية لدرجات الحرارة من تحليل جدول (١) وشكل (٢) حيث تعكس معدلات الحرارة العظمى التأثير الواضح لمدى توغل المؤثرات البحرية الملطفة لدرجة الحرارة. إذ يبلغ المعدل السنوي للعظمى في منطقة الدراسة ٢٦,٨ْم ، ويتراوح فيما بين ٢٤,١ْم في محطة بلطيم ، وبين ٢٩ْم في محطة السويس ، بفارق حراري ٥ْم بين شمال المنطقة وجنوبها (شكل٢ أ). وينخفض كذلك الفارق الحراري لمعدلات الصغرى ليبلغ ٥,٤ْم بين شمال المنطقة وجنوبها (شكل٢ ب). وإذ تنخفض المعدلات السنوية للحرارة ليلاً بالاتجاه جنوباً (لتأخذ عكس اتجاه معدلات الحرارة نهاراً) تماشياً مع المؤثرات البحرية اللطيفة وضعف توغلها جنوباً ، فإن ارتفاع الحرارة الصغرى في المحطات الساحلية الشمالية يرتبط في جزء منه بالحرارة الكامنة في بخار الماء.هذا وتتمتع المحطات الساحلية بتجانس حراري فيما يتعلق بالمتوسطات اليومية ، بينما تتسع الفروق الحرارية فيما بين المحطات بالاتجاه جنوبا وفقاً لدرجة استفادتها من المؤثرات البحرية وانعكاساً لطبوغرافيتها(شكل ٢ج) ويبلغ المعدل السنوي للحرارة اليومية ٢٠,٣ْم ، ويتراوح ما بين ١٩,٤ْم {طنطا} وبين ٢٣ْم {السويس}، بفارق حراري ٣,٦ْم، وهكذا تنخفض الفروق الحرارية اليومية مقارنةً بمثيلاتها للعظمى وللصغرى (شكل ٢).

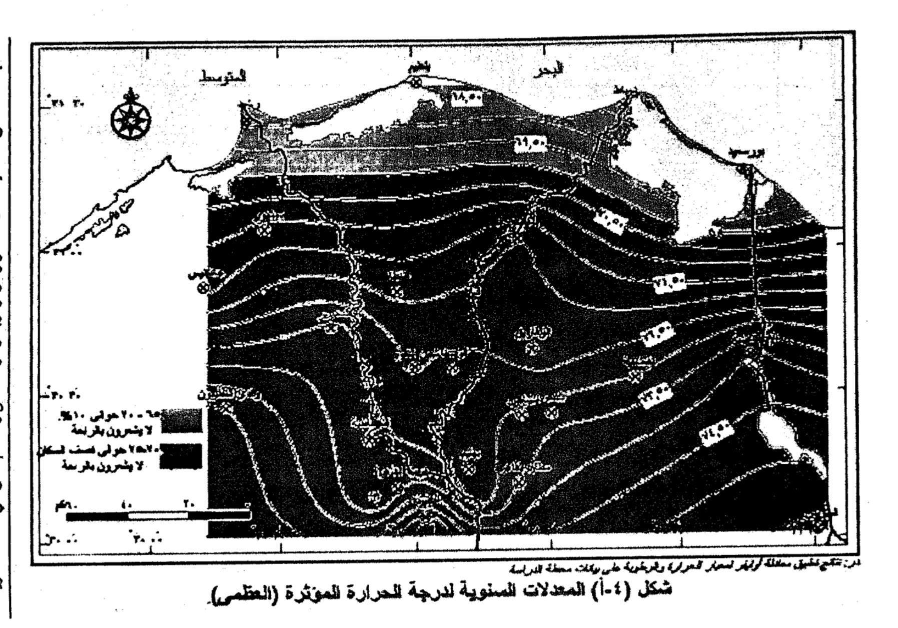
وتتناقص المعدلات السنوية للرطوبة النسبية بالاتجاه صوب الجنوب ابتعاداً عن المؤثرات البحرية الرطبة ، كما تتسع الفروق بين نصيب المحطات منها في ذات الاتجاه. وتتناقص أيضاً المعدلات بالاتجاه شرقاً بسبب توغل بعض المؤثرات القارية واتساع الظهير الصحراوي كما هو الحال في محطة السويس {٥٠,٩%}. هذا ويبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية ٦٤,٢% ، ويتراوح ما بين ٤٨,٦% {محطة الجيزة} ، وبين ٧٣,٥%

{محطة دمياط} بفارق ٢٤,٩% بين شمال المنطقة وجنوبها (جدول١ وشكل ٣).

ويمكن دراسة الآثار المحسوسة للمعدلات السنوية للحرارة العظمى والصغرى واليومية تحت تأثير الرطوبة النسبية على راحة الإنسان من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة[١] إذ يتضح من تحليل نتائج جدول (٢) وشكل (٤ أ -٤ ب - ٤ج) ، أن مناخ المنطقة غير مريح لنصف الناس " على الأقل " نهاراً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ٦٨,١ : ٧٥,٨ ، بينما يعد مريحاً ليلاً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٣ : ٦١,٢. وهكذا ، يمكن القول بأن مناخ المنطقة مريحاً للناس وفقاً للمعدلات اليومية إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٣,٢ : ٦٥,٧ ، ويستثنى منها محطة السويس فقط .

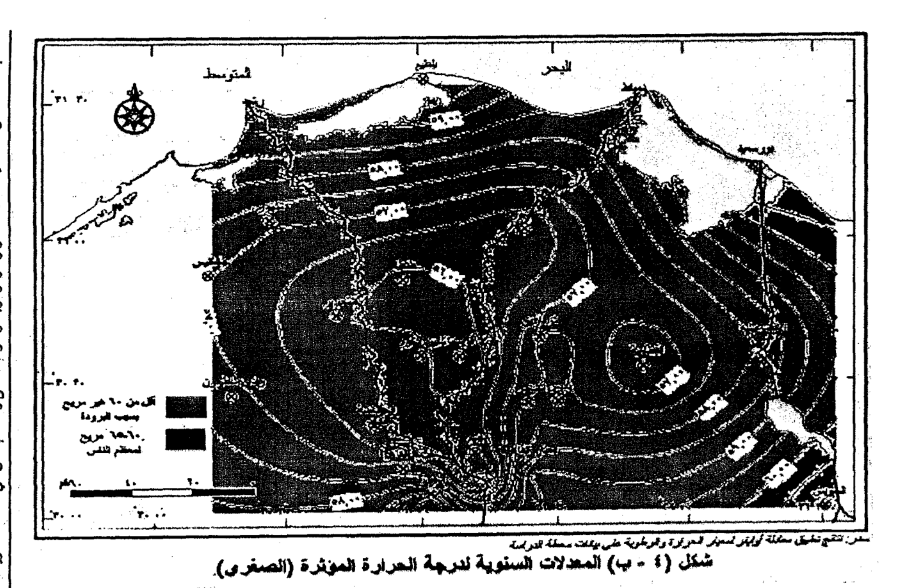
(١) Oliver ,1972.

شكل (٣) المعدلات السنوية للرطوبة النسبية



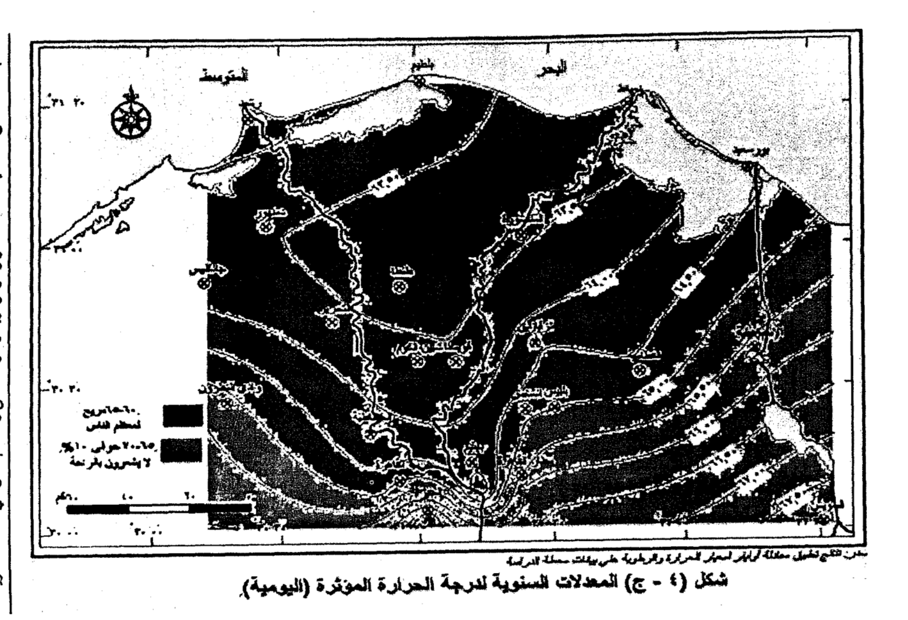
المصدر: نتائج تطبيق معادلة أوليفر لمعيار الحرارة والرطوبة على بيانات محطة الدراسة

شكل (٤-أ) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة المؤثرة (العظمى)



مصدر: نتائج تطبيق معادلة أوليفر لمعيار الحرارة والرطوبة على بيانات محطة الدراسة

شكل (٤ - ب) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة المؤثرة (الصغرى)



شكل (٤ - ج) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة المؤثرة (اليومية)

ثانياً : المعدلات الفصلية

١. المعدلات الشتوية :

تتزحزح نطاقات الضغط الجوي جنوباً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية وتعامدها على مدار الجدي ويتبعها وصول الكتل القطبية القارية والقطبية البحرية ، فضلاً عن الكتل المدارية القارية التي تسيطر على شمال أفريقيا(١).

ويتدنى الإشعاع الشمسي ليصل لأقل مستوياته خلال فصل الشتاء ليتراوح ما بين ٣٥٠: ٤٠٠ سعر حراري/ سم٢/ يومياً على محطات الدراسة باستثناء السويس حيث ينخفض إلى ٣٣٩سعر حراري/ سم٢/ يومياً(٢). ويتميز البحر المتوسط بكونه موطناً لتجديد الانخفاضات الجوية الشتوية التي تنشأ أصلاً فوق المحيط الأطلنطي غرباً في منطقة الضغط المنخفض الأيسلندي " يتزحزح جنوباً شتاءً " فتتحرك الانخفاضات الجوية من الغرب إلى الشرق [يطلق عليها الأعاصير المهاجرة(٣)]. وتتقاطر هذه الانخفاضات الجوية بمعدل ثلاثة إلى خمسة انخفاضات جوية خلال فصل الشتاء على شمال منطقة الدراسة(٤). ويبلغ نصيب بعض محطات الدراسة {رشيد – دمنهور – جناكليس – التحرير – النطرون} منها حوالي ٣٥,٦% من جملة تكراراتها السنوية(٥). وتساعد الدورة العامة للرياح وسيادة الرياح من الجهة الغربية [يبلغ تكرارها ٦٣,٦% و ٥٤,٢% في محطتي دمنهور والتحرير(٦) و٥٢,٩% و٤٧% في محطتي دمياط وبور سعيد(١)] على توغلها حتى دائرة عرض ٣٠ْ شمالاً(٢) حيث الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة.

---

(١) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص١٢.
(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠(أ) ص ١٥.
(٣) أبوالحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤(أ) ص ٩٧.
(٤) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٩٨ ص٢١٣.
(٥) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٢٢.
(٦) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٩١.

ويعكس شكل (٥ أ) انخفاض متوسطات الحرارة العظمى شتاءً إلى أدنى مستوياتها ، إذ يبلغ معدلها الشتوي ٢٠ ْم ويتراوح ما بين ١٨ ْم {بلطيم} و٢٢ ْم {السويس} بفارق حراري ٤ ْم بين شمال المنطقة وجنوبها. وهكذا يسود الدفء شتاءً خلال ساعات النهار ولا تختلف في ذلك المحطات الجنوبية عن تلك الشمالية إذ يأخذ المنحنى خطاً يكاد يكون مستقيماً من محطة بلطيم شمالاً إلى محطة القطامية جنوباً ليرتفع ارتفاعاً طفيفاً في محطة السويس.

وتتسع الفروق الحرارية بين المحطات فيما يتعلق بالحرارة الصغرى وينعكس ذلك في عدم انتظام المنحنى الحراري في اتجاه واضح (شكل ٥ب). إذ يبلغ المعدل الشتوي للحرارة الصغرى ٨ ْ م ممثلاً الحد الأدنى لدرجات الحرارة ليلاً ، ويتراوح ما بين ٧ ْ م في معظم المحطات الداخلية ، ويرتفع بالاتجاه شمالاً ليبلغ ١٢ ْ م في محطة بور سعيد الساحلية نتيجة لتمتعها بالمؤثرات البحرية الدفيئة. وتتدنى المتوسطات اليومية للحرارة إلى أقل مستوياتها الفصلية شتاءً " مثلها في ذلك مثل المتوسطات العظمى والصغرى " إذ يبلغ معدلها الشتوي ١٤ ْم (شكل ٥ ج). ومما يذكر أن الفروق الحرارية تكاد تختفي بين المحطات إذ يأخذ المنحنى الحراري لليومية خطاً مستقيماً يشبه مثيله بالنسبة لمعدلات الحرارة العظمى.

وترتفع الرطوبة النسبية لتصل ذروتها خلال فصل الشتاء، إذ يبلغ معدلها الشتوي ٦٧,٥% ويتراوح ما بين ٧٥,١% {دمياط} وبين ٥٣,١% {الجيزة} بفارق ٢٢% بين المحطات الساحلية الشمالية والأخرى الداخلية الجنوبية انعكاساً لمدى توغل المؤثرات الرطبة (شكل ٦ أ). وتتسع أيضاً الاختلافات في مستويات الرطوبة النسبية فيما بين المحطات الداخلية ذاتها

---

(١) قايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٤٥.

(٢) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٢٦.

كنتيجة للتأثير الموقع الجغرافي وتباين الظهير ما بين زراعي {قويسنا ٧٢,٨ %} وآخر صحراوي {الإسماعيلية ٦٤,٥%}.

ويمكن بحث فاعلية المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة(١)، إذ يتضح من تحليل جدول (٢) وشكل (٧) أن سكان المنطقة يشعرون بالراحة نهاراً خلال فصل الشتاء، حينما تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦١,٧و ٦٦، بينما يشعر بعض سكان المنطقة بعدم الراحة في الليالي الشتوية ، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٤٨,٥و ٥٤ ويغلب عليهم الشعور بعدم الراحة في معظم الأيام الشتوية ، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٤ و ٥٨,٩ ونخلص من ذلك أن المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة غير مريحة لسكان المنطقة على مدار ساعات اليوم باستثناء فترات ما بعد الظهيرة في أثناء تسجيل درجات الحرارة العظمى.

٢. المعدلات الربيعية :

تتزحزح أشعة الشمس شمالاً خلال فصل الربيع ، ويبدأ الضغط المرتفع الازورى والمرتفع الأسيوي في الانكماش والاضمحلال تدريجياً. وتستمر الانخفاضات الجوية في تحركها شرقاً وإن كانت أقل عدداً وأضعف توغلاً نحو الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة. وتجذب بعض هذه الانخفاضات الجوية الهواء الساخن من الجنوب فيما يعرف بالخماسين التي تهب من الجهات الصحراوية الجنوبية ويتحرك بعضها على طول الجزء الشمالي من الصحراء الليبية إلى الدلتا المصرية شرقاً مصحوباً برياح ترتبط شدتها طردياً مع عمق المنخفض(٢). ويتبع رياح الخماسين ارتفاع مفاجئ في درجات الحرارة ما بين ١٠- ٢٠ْم خلال بضع ساعات (فايد ، يوسف سنة

---

(١) Oliver , 1972.

(٢) أبوالحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤ (أ) ص٩٩:٩٨.

١٩٨٢ ص ٥٨). ويتميز فصل الربيع عن باقي فصول السنة بزيادة عدد المنخفضات الخماسينية[١]، وتبلغ النسبة المئوية لتكرارها خلال فصل الربيع ٥٠,١% من جملة تكراراتها السنوية على النطاق المحصور فيما بين ٣٠-٣٥ْ ش {تمثل منطقة الدراسة جزءً منه[٢]. وتسود الرياح الشمالية باتجاهاتها ليبلغ تكرارها ٦٥,٧%، ٦٣,٥%، ٥٧,٦% و٤٦% لمحطات دمياط ودمنهور والزقازيق ورشيد. وتختفي الرياح الجنوبية الغربية ليحل محلها الرياح الجنوبية الشرقية والرياح الجنوبية بنسب تكرار تبلغ ١٨,٢% و١٠,٤ % و٥,٧% في محطات رشيد والنطرون وجناكليس[٣]. هذا وترتفع سرعة الرياح خلال فصل الربيع كما هو الحال خلال فصل الشتاء.

ويرتفع المعدل الربيعي للحرارة العظمى ليبلغ ٢٦ْم ، ويتراوح ما بين ٢٣ْم كحد أدنى في المحطات الساحلية الشمالية ، وبين ٢٩ْم كحد أقصى في محطة الجيزة جنوباً. ويزيد عن مثيله الشتوي بفارق حراري ٦ْم. ولذا يبتعد المنحنى الربيعي عن مثيله الشتوي بالاتجاه جنوباً نتيجة لاتساع الفروق الحرارية فيما بينهما خاصةً في المحطات الجنوبية حيث تكاد تختفي المؤثرات البحرية ويشتد نفوذ المنخفضات الخماسينية وما يصاحبها من ارتفاع في المعدل الربيعي لدرجات الحرارة نهاراً (شكل ٥ أ). أما بالنسبة للحرارة الصغرى فيتضح من شكل (٥ ب) أن المنحنى الحراري ربيعاً يقترب من مثيله الشتوي في المحطات الساحلية مما يشير إلى التجانس الحراري فيما بينهما بسبب المؤثرات البحرية الدفيئة شتاءً والمعتدلة ربيعاً. بينما تتسع الفروق بينهما في المحطات الداخلية جنوباً لضعف توغل هذه المؤثرات البحرية نسبياً ، إذ يبلغ المعدل الربيعي لمتوسطات الصغرى ١٣ْم ، ويتراوح المعدل الربيعي ما بين ١١ْم في معظم المحطات الساحلية الشمالية

(١) El- Sabbagh, 1964 p.21.

(٢) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٢٥.

(٣) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٩٤.

و ١٦ْم في محطة السويس بفارق حراري ٥ْم كما هو بالنسبة للمعدل الشتوي مما يعكس تجانس درجات الحرارة ليلاً فيما بين محطات الدراسة خلال فصلي الشتاء والربيع. ويتباعد المنحنى الحراري للدرجات اليومية عن مثيله الشتوي بفارق حراري يزداد جنوباً متماشياً مع اتجاه ارتفاع الحرارة لضعف توغل المؤثرات البحرية المعتدلة من جهة ، وشدة تأثير المنخفضات الخماسينية من جهة أخرى. ويسود التجانس الحراري ربيعاً إذ يتراوح المعدل الربيعي في منطقة الدراسة ما بين ١٨ْم : ٢٢ْم (شكل ٥ج).وإذ يبلغ المعدل الربيعي لمتوسطات اليومية ١٩ْم ، فإنه يرتفع ٦ْم عن مثيله للصغرى ، بينما ينخفض ٧ْم عن مثيله للعظمى.

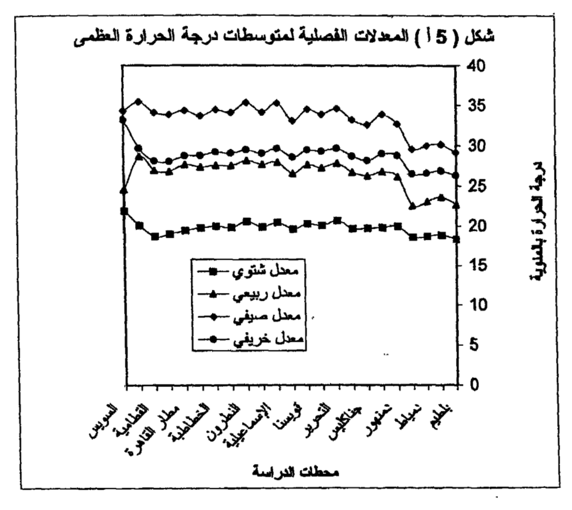
هذا وتطرأ على الرطوبة النسبية ربيعاً تغيرات فجائية حادة بسبب حالات عدم الاستقرار. إذ تنخفض إلى حدودها الدنيا في أثناء مرور المنخفضات الخماسينية ، بينما ترتفع إلى أكثر من ٨٥% في أثناء مرور الانخفاضات الجوية المصحوبة برياح شمالية رطبة[١]. وينخفض المعدل الربيعي للرطوبة النسبية ليمثل الحد الأدنى للمعدلات الفصلية إذ يبلغ ٥٩% ، و يتراوح ما بين ٤١,١% {الجيزة} وبين ٧١,٥% {دمياط} بفارق ٣٠% بين شمال المنطقة وجنوبها. ويأخذ المنحنى الربيعي اتجاهاً هابطاً في مجمله من الشمال صوب الجنوب مع ظهور بعض الانحناءات الصاعدة في المحطات ذات الظهير الزراعي الواسع والشبكة الكثيفة من الترع والمصارف (شكل ٦ أ).

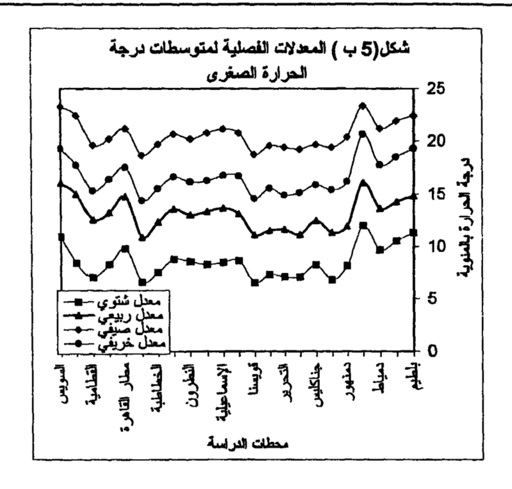
ويعكس جدول (٢) وشكل (٧) الأبعاد التأثيرية لفاعلية درجات الحرارة على الرطوبة النسبية ربيعاً من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة[٢]. ويتضح أن بعض سكان المنطقة يشعرون بعدم الراحة نهاراً ، وترتفع نسبة هؤلاء ويزيد شعورهم بعدم الراحة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن

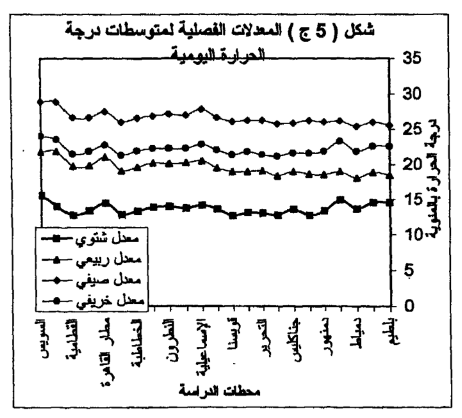
(١) فايد ، يوسف سنة ١٩٩٤ ص ٢٣٤.

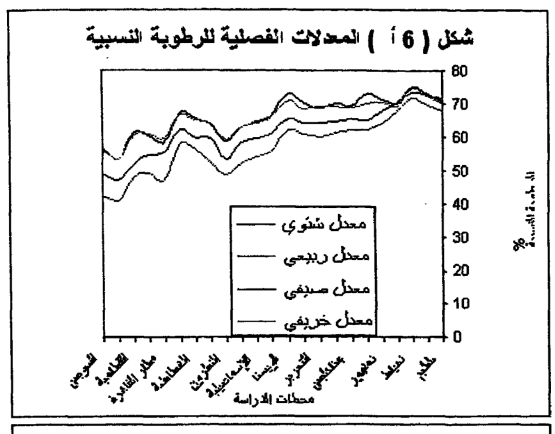
(٢) Oliver, 1972.

المؤثرات البحرية المعتدلة إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٦,٧ {بلطيم} و ٧٧,٣ {الجيزة}. بينما يشعر بعض السكان خاصة في الأجزاء الداخلية من المنطقة بعدم الراحة ليلاً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٣,١ {بهتيم} و ٥٩,٧ {السويس}. ونخلص من ذلك أن المعدلات الربيعية مريحة لسكان المنطقة على مدار ساعات اليوم باستثناء فترات تسجيل الحرارة العظمى والصغرى.

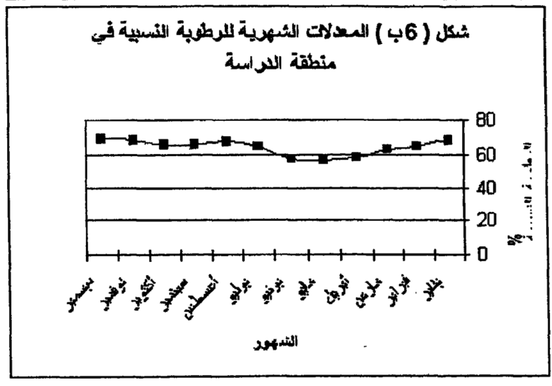



شكل(5 ب) المعدلات الفصلية لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى
25
20
15
10
5
0
درجة الحرارة بالمئوية
معدل شتوي
معدل ربيعي
معدل صيفي
معدل خريفي
السويس
القطامية
مطار القاهرة
الخطاطبة
النطرون
الإسماعيلية
قويسنا
التحرير
جناكليس
دمنهور
دمياط
بلطيم
محطات الدراسة


شكل (5 ج) المعدلات الفصلية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية
35
30
25
20
15
10
5
0
درجة الحرارة بالمئوية
معدل شتوي
معدل ربيعي
معدل صيفي
معدل خريفي
السويس
القطامية
مطار القاهرة
الخطاطبة
النطرون
الإسماعيلية
قويسنا
التحرير
جناكليس
دمنهور
دمياط
بلطيم
محطات الدراسة



شكل (6 أ) المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية



شكل (6ب) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة

٣. المعدلات الصيفية :

يأخذ الضغط الجوي شكلاً ثابتاً مستقراً طوال فصل الصيف إذ ينعدم تقريباً مرور الانخفاضات الجوية على شرق البحر المتوسط " ومنطقة الدراسة " على عكس الأحوال خلال فصلي الشتاء والربيع. وتتأثر مصر بالكتل القارية شديدة الحرارة TCh التي تقع جنوب الجبهة دون المدارية S.T.F. وكذلك الكتل القارية المدارية TC إلى شمال تلك الجبهة مما يسهم في ارتفاع درجة الحرارة صيفاً(١). ويغطي الضغط الجوي المنخفض سطح اليابس الساخن في مصر بينما يصبح البحر المتوسط بمثابة بحيرة من الضغط المرتفع النسبي ، فتتأثر السواحل الشمالية والدلتا المصرية بتبادل المؤثرات بين نظامي الضغط الجوي بشكل مباشر. ويصل إلى مصر أيضاً بعض المؤثرات القادمة من مركز الضغط المرتفع الأزوري فوق المحيط الأطلنطي مما يسهم في تعديل درجة الحرارة خاصة في المحطات الساحلية(٢) ويحول الاستقرار الشامل في الدلتا المصرية "كجزء من الصحراء الكبرى الأفريقية" دون تكرار المنخفضات الصحراوية(٣).

وتبلغ النسبة المئوية لتكرار تلك المنخفضات صيفاً ٣,٢% من جملة تكرارها على النطاق المحصور ما بين ٣٠- ٣٥ْ شمالاً(٤). ويسهم طول النهار ، وصفاء السماء ، وتعامد الشمس على مدار السرطان ، وبلوغ الإشعاع الشمسي حدوده القصوى صيفاً [يرتفع لأكثر من ٦٦٠ سعر حراري/ سم٢ / يومياً(٥)] في زيادة كفاءة عمليات التسخين لليابس بينما تظل درجة حرارة المياه منخفضة نسبياً ، فيساعد ذلك على تلطيف درجة الحرارة في المحطات الشمالية بالمنطقة [تتوغل المؤثرات البحرية إلى اليابس لمسافة

---

(١) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٩٨ ص ٢١٤.

(٣) El-Sabbagh ,1964 p.24.

(٤) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٣٠.

(٥) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠ أ ص ١٥.

تبلغ ٣كم صيفاً[١]]. وتسود الرياح الشمالية الغربية صيفا " بسبب شدة الانحدار البارومتري بين الضغط المرتفع دون المداري على البحر المتوسط ، وبين مراكز الضغط المنخفض على طول الجبهة دون المدارية " بنسب تكرار تبلغ ٥٣,٣% و ٤٦,٧% و ٤٥,٤% و٢٦,٤% في محطات دمياط والتحرير ورشيد ودمنهور[٢]. وتهب الرياح الشمالية بنسب تكرار مرتفعة أيضاً لتبلغ ٢٧,٩% و ٢٥,٩% و ٢٢,٤% في محطات دمنهور وجناكليس والزقازيق ، ثم تليها الرياح التجارية الشمالية الشرقية اللطيفة[٣].

وتتضح الفروق الحرارية أكثر ما تتضح في المحطات الشمالية فيما يتعلق بالحرارة العظمى حيث نفوذ المؤثرات الملطفة لدرجات الحرارة في تلك المحطات ، بينما تختفي هذه الفروق بالاتجاه جنوباً حيثما تضعف المؤثرات البحرية.

ويأخذ المنحنى الحراري لمتوسطات العظمى صيفاً اتجاهاً صاعداً من الشمال صوب الجنوب مقارنةً بمثيله

الربيعي والشتوي (شكل ٥ أ). ويشير ذلك إلى أن الموقع الجغرافي وطبوغرافية مواقع المحطات ذات تأثير أوضح من الموقع الفلكي في ترسيم الفروق الحرارية فيما بين المحطات صيفاً ، بينما نفوذ الموقع الفلكي أوضح خلال فصلي الشتاء والربيع. ويبلغ المعدل الصيفي للحرارة العظمى ٣٣ْم {بارتفاع ٧ْم عن مثيله الربيعي وأيضاً ١٣ْم عن مثيله الشتوي} ، ويتراوح المعدل ما بين ٢٩ْم {بلطيم} و ٣٥ْم {الجيزة} بفارق حراري ٦ْم بين شمال المنطقة وجنوبها. أما معدل الحرارة الصغرى فيتراوح ما بين ١٩ْم كحد أدنى في المحطات الداخلية ، وبين ٢٣ْم في الأخرى الساحلية بفارق حراري ٤ْم بسبب الخصائص الحراري للمياه في كونها تبرد ببطء. كما تسهم

(١) عمر ، سنة ١٩٨٨ ص٨.

(٢) زهران ، بسيوني سنة٢٠٠٢ ص ٩٧.

(٣) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٤٥.

المسطحات المائية في ارتفاع الرطوبة التي تعرقل فاعلية الإشعاع الأرضي في فقدان حرارته المكتسبة من الإشعاع الشمسي إلى أن يصل الهواء لدرجة التشبع ، وعند نقطة الندى تنطلق الحرارة الكامنة في بخار الماء، ومن ثم ترتفع درجة حرارة الهواء . ويبلغ المعدل الصيفي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة ٢٠ْم {بارتفاع ٧ْم و ١٢ْم عن مثيليه الربيعي والشتوي بالتوالي كما هو بالنسبة للعظمى}. ولا تختلف هذه الملامح أيضاً فيما يتعلق بالحرارة اليومية، إذ يبلغ المعدل الصيفي ٢٦ْم {بارتفاع ٧ْم و١٢ْم عن مثيليه الربيعي والشتوي بالتوالي كما هو بالنسبة للعظمى والصغرى}. ويتراوح المعدل الصيفي ما بين ٢٥ْم {دمياط} وبين ٢٩ْم {الجيزة والسويس} مما يعكس التجانس في متوسطات الحرارة اليومية فيما بين المحطات وأنعكس ذلك على شكل المنحنى الذي يكاد يأخذ خطاً مستقيماً(شكل ٥ج).

ويساعد ارتفاع الضغط الجوي في طبقات الجو العليا " الضغط المرتفع الأزوري " على الحيلولة دون صعود الهواء المحمل ببخار الماء إلى أعلى فيبقى محصوراً في الطبقة السفلية من الهواء قريباً من سطح الأرض مما يسهم في ارتفاع الرطوبة النسبية في المنطقة صيفاً دون أن يكون لذلك أي ارتباط بالرياح الموسمية الممطرة صيفاً على الهند حيث تحول الدورة العامة للرياح دون بلوغها المنطقة[١]. فيبلغ المعدل الصيفي للرطوبة النسبية ٦٣,٢ % ممثلاً المعدل الأوسط بين المعدلين الربيعي والشتوي إذ يرتفع عن الأول وينخفض عن الثاني بمقدار ٤%. ويتراوح المعدل الصيفي ما بين ٤٧,٣% {الجيزة} وبين ٧٣,٤% {دمياط} بفارق ٣٠% بين المحطات الساحلية والأخرى الداخلية. وينسجم شكل المنحنى الصيفي باتجاهه الهابط من الشمال صوب الجنوب مع المؤثرات الرطبة الشمالية مثله في ذلك مثل المنحنى الشتوي والربيعي ، وانعكس ذلك في تقارب المنحيات الثلاثة في المحطات الشمالية وتباعدهم بالاتجاه جنوباً(شكل٦ أ) حيثما يرتبط مستوى الرطوبة

---

(١) أبوحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤(أ) ص١٠٠.

بمدى توفر مصادر المياه من الترع والمصارف والأراضي الزراعية ، ومن ثم تنشط عملية التبخر تحت تأثير الحرارة المرتفعة صيفاً.

وتنعكس بوضوح هذه الخصائص الحرارية تحت تأثير الرطوبة في تحديد درجات شعور الإنسان بالراحة. إذ يتضح من نتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة[١] كما في جدول (٢) وشكل (٧) أن أغلب سكان المنطقة يعانون من وطأة الشعور بعدم الراحة تحت تأثير الحرارة العظمى صيفاً ، ويتفاقم هذا الشعور ليبلغ عدم القدرة على العمل أو التركيز بالاتجاه جنوباً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة نهاراً ما بين ٧٣,٥ {بلطيم} وبين ٨٥,٤ {الجيزة}. بينما يتمتع السكان بمناخ مريح في الليالي الصيفية " على العكس من الليالي الشتوية والربيعية " إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٢,٥ {بهتيم} وبين ٦٤{القطامية} ، ويستثنى منها عدم الشعور بالراحة في محطتي السويس والجيزة. هذا ويمكن القول بأن نصف السكان على الأقل يعانون من مناخ غير مريح على مدار ساعات اليوم صيفا، ويتفاقم هذا الشعور بالاتجاه جنوباً، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٩,٦ {بلطيم} وبين٧٦,٧ {الجيزة} " وفقاً لمتوسطات الحرارة اليومية ".

---

(١) Oliver , 1972.

جدول رقم (٢) المعدلات الفصلية والسنوية للحرارة المؤثرة

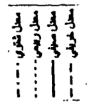
العنصر	المعدلات السنوية للحرارة المؤثرة			المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة اليومية				المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة العظمى				المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة الصغرى			
المحطة	المعدل اليومية	المعدل العظمى	المعدل الصغرى	معدل شتوي	معدل ربيعي	معدل صيفي	معدل خريفي	معدل شتوي	معدل ربيعي	معدل صيفي	معدل خريفي	معدل شتوي	معدل ربيعي	معدل صيفي	معدل خريفي
بلطيم	63.9	68.1	60.2	57.6	62.0	69.6	66.5	61.7	66.7	73.5	70.6	54.0	57.9	66.1	62.8
رشيد	64.3	68.8	59.5	58.0	62.5	70.1	67.0	62.2	67.6	74.4	70.9	53.3	57.3	65.5	61.9
دمياط	63.0	68.2	58.6	56.6	61.4	69.2	65.3	61.9	66.9	74.2	70.4	52.4	56.6	64.7	61.0
بور سعيد	64.3	68.1	61.2	58.0	62.5	70.4	67.3	62.0	66.6	74.1	70.9	54.7	59.3	67.3	64.4
دمنهور	63.5	71.3	57.0	56.3	62.2	70.5	65.6	63.5	71.1	78.0	73.3	50.6	54.6	64.2	59.4
المنصورة	63.5	72.1	56.0	55.6	62.4	71.1	65.4	63.2	72.1	79.9	73.6	49.2	53.8	63.2	58.5
جناكليس	63.8	71.4	57.0	56.5	62.8	70.6	65.5	63.3	71.5	78.4	72.8	50.5	55.1	63.5	59.1
طنطا	63.2	71.8	55.9	55.6	62.2	70.6	65.0	63.2	72.2	79.3	73.4	49.3	53.5	63.0	58.2
التحرير	63.7	73.2	56.0	55.9	63.1	71.2	65.2	64.4	73.6	81.0	74.4	49.2	54.1	63.3	58.0
شبين الكوم	63.8	72.5	56.3	56.0	62.9	71.2	65.7	63.6	72.8	80.1	74.2	49.6	54.0	63.4	58.7
قويسنا	63.5	72.8	55.5	55.6	62.8	70.9	65.1	63.7	73.1	80.6	74.0	48.9	53.5	62.5	57.6
الزقازيق	64.5	72.3	57.8	56.6	63.8	72.2	66.3	63.4	72.7	79.9	73.8	50.8	55.8	65.1	60.1
الإسماعيلية	65.7	74.1	58.1	57.1	65.1	73.6	67.4	64.5	74.4	82.6	75.4	50.4	56.5	65.5	60.2
بلبيس	65.1	73.5	57.6	56.6	64.9	72.9	66.7	63.8	74.5	81.6	74.6	50.2	56.0	65.2	59.6
النطرون	65.4	74.9	57.4	56.9	64.9	73.6	67.0	64.9	75.5	84.0	75.8	50.2	55.6	64.8	59.5
أنشاص	65.1	73.3	57.9	56.8	64.8	72.5	66.6	63.7	74.2	81.3	74.5	50.8	56.4	65.0	60.0
الخطاطبة	64.4	73.2	56.5	56.2	63.9	72.2	66.1	63.8	73.8	81.7	74.6	49.4	54.9	63.9	58.7
بهتيم	63.7	72.6	55.3	55.7	63.2	71.2	65.3	63.5	73.3	80.3	73.8	48.5	53.1	62.5	57.4
مطار القاهرة	66.2	73.8	59.1	57.5	66.2	73.9	67.5	63.6	75.1	82.4	74.8	51.7	57.9	65.9	61.2
غرب القاهرة	64.8	72.9	57.5	56.2	64.5	72.9	66.3	62.9	73.7	82.0	73.8	50.0	55.9	64.7	59.8
القطامية	64.6	73.1	56.4	55.4	64.5	73.2	65.9	62.5	74.0	82.7	73.9	48.6	55.0	64.1	58.5
الجيزة	67.4	75.8	59.3	56.9	67.8	76.7	69.1	64.6	77.3	85.4	76.8	49.7	58.2	68.1	61.7
السويس	68.0	75.6	61.3	58.9	67.6	76.4	69.4	66.7	71.4	83.5	80.8	53.1	59.7	69.0	63.6

المصدر : -
نتائج تطبيق معادلة ثوايتز لمعيار الحرارة / الرطوبة علي بيانات محطات الدراسة

شكل (٧ – أ) المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة العظمى

90.0 80.0 70.0 60.0 50.0 40.0 30.0 20.0 10.0 0.0

محطات الدراسة



شكل (٧ – ب) المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة الصغرى

80.0 70.0 60.0 50.0 40.0 30.0 20.0 10.0 0.0

محطات الدراسة

معدل شتوي
معدل ربيعي
معدل صيفي
معدل خريفي

شكل (٧ – ج) المعدلات الفصلية للحرارة اليومية المؤثرة فى منطقة الدراسة

0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0

محطات الدراسة

المعدل الشتوي
المعدل الربيعي
المعدل الصيفي
المعدل الخريفي

٤. المعدلات الخريفية :

تأخذ توزيعات الضغط الجوي في الانهيار خريفاً بفعل المنخفضات الجوية شبه الخماسينية التي تتحرك نحو الشرق على الساحل الأفريقي الشمالي " ومنطقة الدراسة كجزء منه " كما هو الحال ربيعاً ولكنها تكون أضعف وأبطأ حركة. ويساعد تيار الهواء النفاث فوق البحر المتوسط في نشأة هذه المنخفضات وتعميقها على طول الجبهة دون المدارية شبه الساكنة على شمال أفريقيا[١]. وتتراجع الجبهة دون المدارية جنوباً فتتسع المساحة المغطاة بالهواء المداري فوق شمال أفريقيا. هذا وتنخفض معدلات الإشعاع الشمسي خريفاً عن نظيرتها ربيعاً لتتراوح ما بين ٤٥٠ - ٥٠٠ سعر حراري/ سم٢ / يومياً كنتيجة لصفاء السماء ربيعاً عقب فصل الشتاء البارد ، بينما يعقب فصل الخريف فصل الصيف بحرارته المرتفعة ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة المحملة بالأتربة والذرات الغبارية ، فضلاً عن ارتفاع محتوى الهواء خريفاً من العوالق المائية ، فتسهم هذه الظروف في انخفاض معدلات الإشعاع الشمسي خريفاً[٢]. وبالرغم من هذه الفروق في كمية الإشعاع في الفصلين الانتقاليين ، إلا أنها لا تنعكس على درجات الحرارة ، إذ ترتفع الحرارة خريفاً مقارنةً بالربيع كنتيجة لانسحاب الفائض الحراري المكتسب من الصيف إلى أوائل الخريف بينما يستهلك جزء من الإشعاع الشمسي ربيعاً في تعويض الأرض ما فقدته من حرارة خلال الشتاء. وتأخذ الرياح خريفاً ذات الاتجاهات الشمالية كما هو ربيعاً " لتشابه توزيعات الضغط الجوي في كليهما " لتبلغ مثلاً ٥٨% في كل من الزقازيق والنطرون. وتنخفض سرعة الرياح خريفاً إذ لا يتجاوز معدلها الخريفي في معظم محطات الدراسة ٣,٢ كم / ساعة بسبب عدم اكتمال الضغوط الجوية المؤثرة وضعف مراكز انحداراتها. وتتزايد سرعة الرياح في أواخر فصل الخريف

(١) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

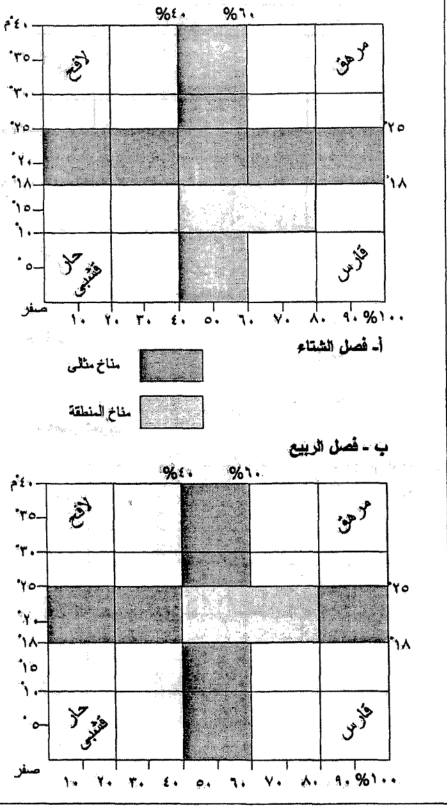
(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠(ب) ص ١٢.

في أثناء مرور الانخفاضات الجوية عبر البحر المتوسط التي يبلغ معدلها ٩ انخفاضات جوية خلال شهر نوفمبر مقابل أثنين فقط خلال شهر سبتمبر[١].

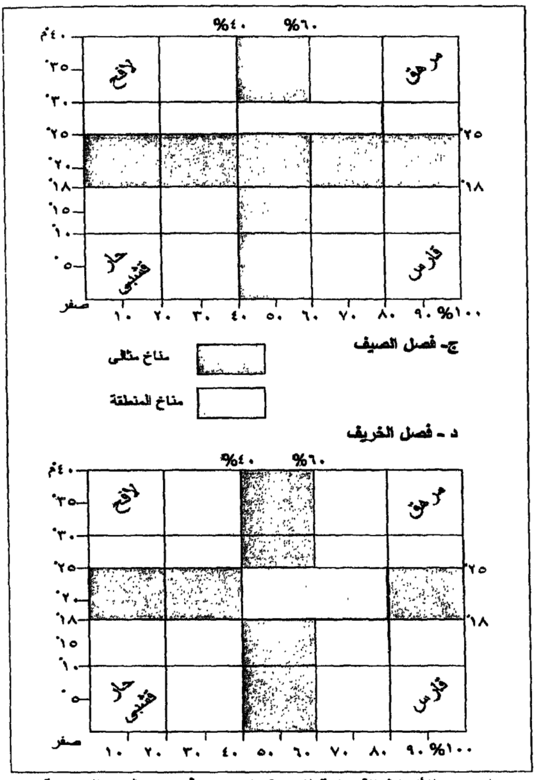
وتجسم الخصائص الحرارية خريفاً هذه الظروف المناخية إذ أن المعدل الخريفي للحرارة العظمى يبلغ ٢٨°م فينخفض عن مثيله الربيعي ٢°م ، ولذا يقتربان بوضوح خاصةً في المحطات الداخلية لضعف توغل المؤثرات البحرية. بينما يرتفع المعدل الخريفي عن مثيله الشتوي ٨° م فيعكس اتساع الفروق الحرارية فيما بينهما "لما أتضح من أسباب" على الرغم من كون الخريف يمثل الانتقال إلى الشتاء. وينخفض المعدل الخريفي عن مثيله الصيفي ٦° م كنتيجة لانسحاب جزء من حرارة الصيف إلى أوائل الخريف. وتتمتع المنطقة بتجانس حراري بين المحطات خريفاً (شكل ٥ أ) إذ يتراوح المعدل الخريفي ما بين ٢٦° م {بلطيم} وبين ٢٨° م {غرب القاهرة} بفارق حراري ٢° م بين شمال المنطقة وجنوبها. هذا ، وتكاد المنحنيات الحرارية الفصلية للصغرى تتطابق في شكلها العام وكذلك في ذبذباتها الموجبة والسالبة لتصبح أكثر تجانساً من مثيلاتها للحرارة العظمى والصغرى (شكل ٥ ب). ويبلغ المعدل الخريفي للصغرى ١٧° م ، فينخفض عن مثيله الصيفي بفارق ٣° م ، ويرتفع عن الربيعي بفارق ٤°م ، في حين يرتفع كثيراً عن مثيله الشتوي بفارق ٩°م. هذا وتنسجم الحرارة اليومية مع مثيلاتها للعظمى والصغرى إذ يقترب منحنى المعدل الخريفي من مثيليه الربيعي والصيفي " خاصة في المحطات الداخلية جنوبياً بعيداً عن المؤثرات البحرية اللطيفة " كما هو الحال بالنسبة لمتوسطات العظمى والصغرى (شكل ٥ ج). ويبلغ المعدل الخريفي لمتوسطات الحرارة اليومية ٢٢° م ، فينخفض عن مثيله الصيفي بفارق ٤° م ، ويرتفع عن مثيليه الربيعي والشتوي بفارق ٣° م و٨° م بالتوالي.

---

(١) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٣١.



شكل (٨) الأنماط الفصلية للمناخ الحيوى فى محطات الدراسة



شكل (٨) الأنماط الفصلية للمناخ الحيوي في محطات الدراسة

ويعتبر الخريف فصل بداية المنخفضات الجوية وتحركها نحو الشرق فتنقل الهواء الرطب إلى الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ، وينعكس ذلك بوضوح على المعدل الخريفي للرطوبة النسبية إذ يبلغ ٦٦,٩% فيكاد يطابق مثيله الشتوي ، بينما يرتفع كثيراً عن مثيله الربيعي الذي يمثل الحد الأدنى للرطوبة النسبية الفصلية. ويتراوح المعدل الخريفي للرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨% {الجيزة} وبين ٧٤,٥% {دمياط} بفارق ٢١,٧% بين شمال المنطقة وجنوبها " انعكاسا للمؤثرات البحرية الرطبة " كما هو الحال شتاءً. هذا وتتقارب إلى درجة التداخل المنحنيات الفصلية للرطوبة النسبية في المحطات الساحلية ، بينما تأخذ في التباعد بالاتجاه جنوباً " اتجاه تناقص الرطوبة النسبية" باستثناء التداخل المتواصل فيما بين المنحنيين الخريفي والربيعي في سائر المحطات (شكل ٦ أ).

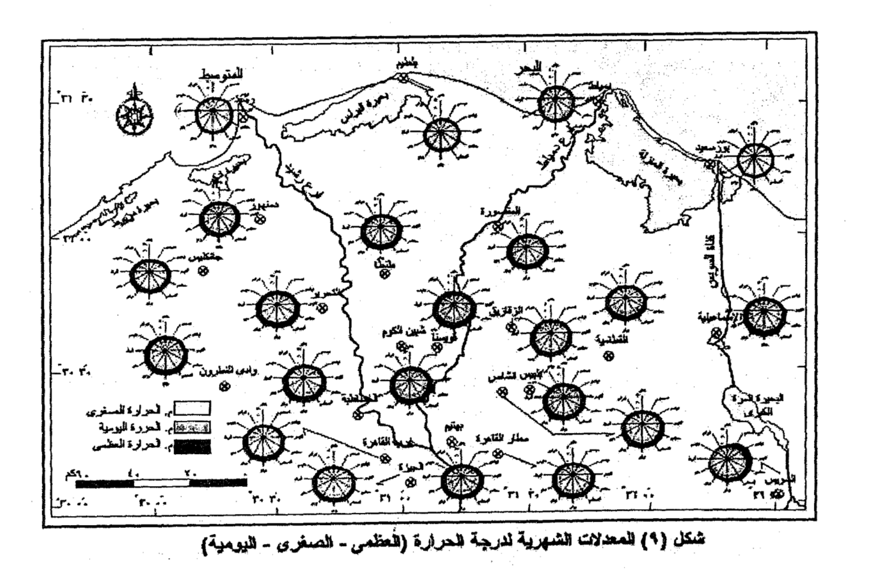
وتنعكس فاعلية هذه الخصائص المناخية خريفاً في مؤشرات درجات الراحة للإنسان وفقاً لنتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة كما يلخصها جدول (٢) وشكل (٧). إذ يشعر أغلب سكان المنطقة بعدم الراحة نهاراً خلال فصل الخريف. ويتفاقم هذا الشعور إلى حد التعب الشديد وفقدان القدرة على العمل بالاتجاه جنوباً حيث تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٧٠,٤{دمياط} و ٨٠,٨ {السويس}. ويكاد ينحصر الشعور بالراحة ليلاً على سكان المحطات الساحلية الشمالية وكذلك محطات قناة السويس دون سواها من المحطات ، بينما يعاني أغلب سكان المنطقة من عدم الراحة المناخية خاصةً في أثناء تسجيل الحرارة العظمى أو الصغرى على حد سواء.

هذا ويمكن بحث الأبعاد التأثيرية للحرارة اليومية والرطوبة النسبية من خلال تحديد الأنماط الفصلية للمناخ الحيوي وفق قرينة توم[1]. إذ يسود خلال فصل الشتاء مناخ انزعاج متوسط بارد في معظم محطات الدراسة ، حيثما

---

(١) علي ، عبدالقادر سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٨.

تتراوح متوسطات الحرارة اليومية ما بين ١٠ْ م – ١٨ْ م والرطوبة النسبية ما بين ٦٠ % – ٨٠ % ، بينما يتمتع سكان محطات النطرون ومطار القاهرة والجيزة والسويس بمناخ مثالي مريح حيثما تتراوح الحرارة اليومية ما بين ١٤ْ م – ١٦ْ م والرطوبة النسبية ما بين ٥٣% – ٥٦% (شكل ٨ أ). أما في فصل الربيع ، فيتمتع سكان المنطقة بمناخ مثالي مريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ١٨ْ م – ٢٢ْ م والرطوبة النسبية ما بين ٤١,١% – ٧١,٥% (شكل ٨ ب). ويشعر سكان المحطات الساحلية وبعض المحطات الداخلية إلى الشمال من دائرة ٣٥َ ٣٠ْ شمالاً (جدول ١ وشكل ١) بمناخ انزعاج متوسط حار رطب خلال فصل الصيف حينما تبلغ الحرارة اليومية ٢٦ْم والرطوبة النسبية ٦٣,٩% ، بينما يشعر سكان المحطات التي تقع إلى الجنوب من دائرة ٣٥َ ٣٥ْ شمالاً بمناخ مثالي مريح حيثما تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢٧ْ م – ٢٩ْ م و الرطوبة النسبية ما بين ٤٧,٣% – ٦٠% (شكل ٨ ج). ويتميز فصل الخريف الانتقالي كمثيله فصل الربيع بسيادة المناخ المثالي المريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢١ْ م – ٢٤ْ م والرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨ % – ٧٤,٥ % (شكل ٨ ج). ونخلص من ذلك أن الفصلين الانتقاليين هما الأنسب مناخياً لراحة الإنسان وفقاً للمعايير الحيوية. الخريف الانتقالي كمثيله فصل الربيع بسيادة المناخ المثالي المريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢١ْ م – ٢٤ْ م و الرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨ % – ٧٤,٥ % (شكل ٨ ج). ونخلص من ذلك أن الفصلين الانتقاليين هما الأنسب مناخياً لراحة الإنسان وفقاً للمعايير الحيوية.



شكل (٩) للمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة (العظمى - الصغرى - اليومية)

شكل (١٠) معدلات المدى الحرارى السنوى (م)

ثالثاً : المعدلات الشهرية

يمكن دراسة الخصائص الشهرية لدرجات الحرارة من شكل (٩) ، إذ يتضح انخفاض الحرارة العظمى خلال شهور الشتاء لتبلغ حدودها الدنيا فتتراوح ما بين ١٨,٨°م لشهر يناير و ٢٠,٢°م لشهر ديسمبر بمدى حراري فصلي ضئيل لا يتجاوز ١,٤°م. بينما ترتفع فجائياً المتوسطات العظمى خلال شهور الربيع لتتراوح ما بين ٢٢,٣°م لشهر مارس وبين ٣٠,٢°م لشهر مايو. ويتسع المدى الحراري الفصلي ليبلغ ٨ °م بين مقدمة الربيع وأواخره بسبب التغير من انخفاضات البحر المتوسط خلال شهور الشتاء إلى المنخفضات الخماسينية خلال شهور الربيع. وتبلغ متوسطات العظمى حدودها القصوى خلال شهور الصيف ، وتتقارب فيما بينها إذ لا يتجاوز المدى الحراري الفصلي ٢,٠°م بسبب الارتفاع العام للحرارة نهاراً. هذا وينسحب جزء كبير من درجات الحرارة خلال شهور الصيف إلى مقدمة الخريف إذ تبلغ خلال شهر سبتمبر ٣١,٨°م ، ثم تنخفض تدريجياً لتبلغ ٢٤,٤°م خلال شهر نوفمبر. ويرتفع المدى الفصلي ليبلغ ٧,٤°م بين سبتمبر الذي يعد بحق امتداداً لشهور الصيف ، وبين شهر نوفمبر الذي يعد المقدمة الفعلية لشهور الشتاء. وتجدر الإشارة إلى ارتفاع الحرارة العظمى لشهر أكتوبر{٢٩,٢°م} عن مثيلتها لشهر أبريل {٢٦,٦°م} بسبب تأثير التسخين خلال شهور الصيف لكلٍ من المسطحات المائية واليابس وامتدادها إلى أكتوبر ، فضلاً عن تأثير المنخفضات شبه الخماسينية الحارة التي تسهم أيضاً في ارتفاع الحرارة نهاراً خلال شهر أكتوبر مقارنةً بمثيله خلال أبريل[١]. وتنخفض أيضاً الحرارة الصغرى لتبلغ حدودها الدنيا خلال شهور الشتاء، حين تتراوح ما بين ٧,٩٠°م و ٩,٣°م لشهري يناير وديسمبر بالتوالي.

(١) علي ، عبدالقادر ، سنة ١٩٩٢ ص ٤٢.

ويرتفع المدى الشتوي ليبلغ ٢,٣ْم مقارنةً بمثيله للعظمى{١,٤ْم} فيشير إلى الاتساع النسبي في الفروق الحرارية ليلاً بسبب اختلاف الخصائص الحرارية بين اليابس والماء ومدى فاعلية الحرارة الكامنة في بخار الماء. وتأخذ الحرارة الصغرى في الارتفاع التدريجي خلال شهور الربيع لتتراوح بين ١٠ْم – ١٥,٩ْم. وهكذا ينخفض المدى الحراري الربيعي ليلاً{٥,٩ْ م} عن مثيله نهاراً {٨ْ م} فيعكس بطء التغيرات الحرارية ليلاً . وتتميز شهور الصيف بارتفاع عام في الحرارة الصغرى كما هو الحال بالنسبة للعظمى ، وقد انعكس ذلك أيضاً في انخفاض المدى الحراري الصيفي للصغرى إذ لا يتجاوز ١,٨ْ م. ويلاحظ احتفاظ الحرارة الصغرى على ارتفاعها أثناء شهر سبتمبر ، ثم تنخفض تدريجياً لتصل حدها الأدنى خلال شهر نوفمبر ، بمدى حراري خريفي ٦,٢ْ م {يقترب من مثيله للعظمى ٧,٤ْ م}.

وجدير بالذكر أن ، هناك تقارباً في المدى الحراري لفصلي الخريف والربيع " لمتوسطات الصغرى " كفصلين انتقاليين مع ارتفاع الأول. كما يتقارب المدى الحراري لفصلي الشتاء والصيف كفصلين انقلابين مع ارتفاع الشتوي. ويشير ذلك إلى أن التغيرات الحرارية ليلاً خلال شهور الخريف والشتاء تزيد عن مثيلاتها خلال الربيع والصيف. وتأخذ المعدلات الشهرية لمتوسطات الحرارة اليومية ذات الملامح الخاصة بالعظمى والصغرى على حدٍ سواء . إذ تتراوح خلال شهور الشتاء ما بين ١٢,٩ْ م – ١٤,٣ْ م لشهري يناير وديسمبر ومدى فصلي ١,٤ْ م. وتتراوح خلال شهور الربيع ما بين ١٥,٨ْ م – ٢٢,٧ْ م لشهري مارس ومايو بمدى فصلي ٦,٩ْ م. وتبلغ حدودها القصوى خلال شهور الصيف لتتراوح ما بين ٢٥,٩ْ م – ٢٦,٦ْ م لشهري يونيو وأغسطس بمدى فصلي ٠,٧ْ م. ويمتد ارتفاعها إلى شهر سبتمبر لتبلغ ٢٥,٢ْ م ، ثم تأخذ في الانخفاض لتبلغ ١٨,٣ْ م لشهر نوفمبر بارتفاع ٤ْ م عن شهر ديسمبر ، وهكذا يعادل تماماً المدى الخريفي مثيله الربيعي. ويزيد أيضاً معدل الحرارة اليومية لشهر أكتوبر عن مثيله لشهر

أبريل كما هو الحال بالنسبة للحرارة العظمى والصغرى على حدٍ سواء. وينعكس ذلك على درجة القارية[1] ، إذ يبلغ معدل القارية في منطقة الدراسة ٢١,٤ مما يعني أن مناخها شبه قاري.

ومما يدعم ذلك ، أن المدى الحراري السنوي يتراوح ما بين ١٢,٩ْ م كحد أدنى في محطة بلطيم الساحلية ، وبين ١٦,٨ْ م في محطة الجيزة الداخلية ، كما ويبلغ معدله خلال مدة الدراسة ١٤,٥ْ م (شكل ١٠). هذا وبدراسة العلاقة بين المسافة الأفقية بين مواقع المحطات وساحل البحر المتوسط (جدول ١) ، نخلص إلى أن المدى الحراري السنوي يرتفع بمتوسط ١,٥ْ م لكل ١٠ كيلومتراً بعداً عن خط الساحل ، كما ترتفع القارية بمتوسط ٢,٢ لكل ١٠ كيلومتراً بعداً عن خط الساحل.

ويمكن تتبع الخصائص الشهرية للرطوبة النسبية من شكل (٦ ب) ، إذ يعتبر شهر يناير أكثر شهور السنة برودة هو الأكثر ارتفاعاً في المعدلات الشهرية إذ تبلغ ٦٨,٦% ، بينما تبلغ أدناها في شهر مايو ٥٦,١%. هذا وترتفع الرطوبة النسبية خلال شهور الصيف لتقترب من معدلاتها الشتوية إذ تبلغ ٦٧,٦% خلال شهر أغسطس بسبب هبوب الرياح الشمالية الرطبة ، فضلاً عن شدة نشاط نسيم البحر وتوغله نحو المناطق الداخلية لمسافة تتراوح ما بين ٢٠- ٣٠ كيلومتراً بعيداً عن خط الساحل[2]. وتسهم أيضاً الانقلابات الحراريةThermal Inversion من نوع نسيم البحر في انحصار الهواء الرطب البارد نسبياً بالقرب من سطح الأرض فترتفع الرطوبة النسبية في المحطات الساحلية تحديداً. هذا ولا يمكن إغفال نشاط عمليات التبخر تحت تأثير ارتفاع درجات الحرارة صيفاً في ارتفاع الرطوبة النسبية أيضاً ،

(١) درجة القارية = الفرق بين متوسط درجة حرارة أكتوبر وأبريل/ المدى الحراري السنوي (م)×١٠٠ (عبد الحكيم ، صبحي ، سنة ١٩٧٩ ص ٨١).

(٢) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص٣٢٤.

إذ يبلغ المتوسط اليومي لكمية التبخر ٥,٤ مليمتر / يومياً خلال شهر يونيو في محطات رشيد وبلطيم ودمياط[١].

ويساعد كذلك اتساع الأراضي الزراعية التي تغطي الدلتا المصرية وكثافة شبكة الترع والمصارف في ارتفاع الرطوبة النسبية في ذروة ارتفاع الحرارة صيفاً إذ يرى البعض[٢].

إن أي مساحة خضراء لا يتجاوز مساحتها ٢٤٠٠م٢ تسهم في ارتفاع الرطوبة النسبية بمتوسط يتراوح ما بين ٥% نهاراً و ٨% ليلاً مقارنةً بالكتل السكنية. ويستمر ارتفاع الرطوبة النسبية خلال شهور الخريف لتقترب معدلاتها وتوزيعاتها من مثيلاتها خلال شهور الشتاء إذ تتراوح ما بين ٦٥,٧ % – ٦٨,٦% لشهري أكتوبر ونوفمبر. ويرتبط ارتفاع الرطوبة النسبية خريفاً بسيادة الرياح الشمالية الرطبة وتأثير بدايات وصول الانخفاضات الجوية الشتوية خاصة خلال شهر نوفمبر[٣].

ويمكن استخدام المنحنيات المناخية Climographs[٤] في تمثيل العلاقة بين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لإبراز مدى تأثيرهما معاً على راحة الإنسان. إذ يتبن أن ، شهور يونيو ويوليو وأغسطس هي فترة مزعجة تمثل المناخ الحار الرطب Muggy حيث ترتفع درجة الحرارة لأكثر من ٢٥ْ م وترتفع الرطوبة النسبية لأكثر من ٥٠ % في جميع محطات الدراسة. أما باقي شهور السنة فيسودها مناخ بارد رطب Raw إذ تنخفض درجة الحرارة لأقل من ٢٥ م كما تنخفض الرطوبة النسبية لأقل من ٥٠ % ، ومن ثم تمثل الفترة المريحة مناخياً في سائر محطات الدراسة.

(١) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٨٧ ص ١٥.
(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ج ص ٧٣: ٧٥.
(٣) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٣٢٤.
(٤) عبدالحكيم ، صبحي ، وماهر الليثي ، سنة١٩٧٩ ص ٣٣٢ : ٣٣٨.

ويمكن تحديد مدى ملائمة الحرارة والرطوبة الشهرية لراحة الإنسان من نتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة. إذ نستخلص أن شهور مارس وأبريل ونوفمبر هي الأنسب لراحة الإنسان {حين تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٠ – ٦٥}. بينما تعتبر الفترة الممتدة من شهر مايو إلى شهر أكتوبر هي فترة يشعر خلالها الإنسان بانزعاج متوسط حار {حين تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٧,٢ – ٧٢}. وتعتبر شهور ديسمبر ويناير وفبراير هي فترة يشعر خلالها الإنسان عليه بانزعاج متوسط بارد[١] {إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٦ – ٥٧,١}.

النتــــــائج :

- يتحكم الموقع الجغرافي وطبوغرافية مواقع المحطات في إبراز الفروق الحرارية فيما بين المحطات خلال فصل الصيف ، بينما يعتبر نفوذ الموقع الفلكي أوضح خلال فصول السنة الأخرى.

- وتتمتع المحطات الساحلية بتجانس حراري ، بينما تتسع الفروق الحرارية فيما بينها بالاتجاه جنوباً وفقاً لمدى توغل المؤثرات البحرية ، فضلاً عن خصائصها الطبوغرافية. وينعكس تأثير الموقع الجغرافي بوضوح على معدلات الرطوبة النسبية إذ تتناقص بالاتجاه صوب الجنوب والشرق بسبب ضعف توغل المؤثرات البحرية الرطبة جنوباً ، وتوغل بعض المؤثرات القارية شرقاً. هذا ويتميز التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بالتجانس العام بين محطات المنطقة خاصة الساحلية منها.

- وفيما يتعلق بمدى ملائمة المناخ لراحة الإنسان في منطقة الدراسة ، فقد اتضح أنه مناخ مثالي خلال فصلي الربيع والخريف ، بينما يصبح مناخاً مزعجاً بارداً خلال فصل الشتاء ، ومناخاً مزعجاً متوسط حار رطب

(١) Mather , 1974. p 254.

خلال فصل الصيف. ويقتصر شعور الإنسان بالراحة خلال فصل الشتاء على فترات ما بعد الظهيرة ، أما الليالي الشتوية فهي غير مريحة. بينما يحدث العكس خلال فصل الصيف ، إذ يقتصر شعور الإنسان بالراحة على الليالي الصيفية ، بينما يتفاقم الشعور بعدم الراحة وعدم القدرة على التركيز في أثناء تسجيل النهايات العظمى للحرارة. هذا وتعتبر الشهور مارس وأبريل ونوفمبر أنسب شهور السنة لراحة الإنسان ، ويقف على النقيض منها شهري مايو وأكتوبر إذ تعتبر غير مريحة مناخياً .

المصادر العربية :

١- أبوالحجاج ، يوسف : جغرافية مصر : يوسف عبدالمجيد فايد : مناخ مصر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤ (أ).

٢- أبوحجاج ، يوسف : جغرافية مصر : جودة حسنين جودة : جيومورفولوجية مصر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤ (ب).

٣- زهران ، بسيوني : المناخ وأثره على استهلاك مياه الري في محافظتي البحيرة وأسيوط - دراسة مقارنة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية البنات ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٢.

٤- شرف ، عبدالعزيز طريح : مناخ الكويت ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، سنة ١٩٨٠.

٥- عبدالحكيم ، محمد صبحي ، وماهر عبدالحميد الليثي : علم الخرائط ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، سنة ١٩٧٩.

٦- عبدالحكيم ، محمد صبحي : مدينة الإسكندرية ، مكتبة مصر ، القاهرة ، سنة ١٩٧٩.

٧- علي ، عبدالقادر عبدالعزيز : التباين المكاني والزماني لدرجات الحرارة في جمهورية مصر العربية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الرابع والعشرون ، سنة ١٩٩٢.

٨- علي ، عبدالقادر عبدالعزيز : العلاقة بين المناخ والحركة السياحية في جمهورية مصر العربية - دراسة تطبيقية ، المؤتمر الخامس للأرصاد الجوية والتنمية المستدامة ، ٢٢ - ٢٤ فبراير ، سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٤: ٣٣٨.

٩- عمر ، محمود حسن : العلاقة بين المناخ الكلي والمناخ الجزئي ، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ، سنة ١٩٨٨.

١٠- فايد ، يوسف عبدالمجيد : مناخ مدينة جدة ، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، جامعة الملك عبدالعزيز ، المجلد الثاني ، جدة ، ص ٢٠١: ٢٢٧.

١١- فايد ، يوسف عبدالمجيد وآخرون : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤.

١٢- الفندي ، محمد جمال الدين : الطبيعة الجوية ، مكتبة الفلاح ، الطبعة الثانية ، الكويت ، سنة ١٩٧٧.

١٣- مسعود ، محمد كامل : المناخ وأثره على السياحة الخارجية في جمهورية مصر العربية - دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية البنات ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٢.

١٤- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : أثر تباين الظهير على مناخ ساحل مصر الشمالي ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، العدد ٣٦ ، سنة ١٩٨٧.

١٥- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : التباين المناخي بين السواحل المصرية - دراسة جغرافية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني والثلاثون ، الجزء الثاني ، سنة ١٩٨٨. ص ٢٠٥: ٢٢٤.

١٦- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : التباين المناخي على ثلاثة محاور طولية في مصر ، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد الرابع ، سنة ٢٠٠٠ (أ).

١٧- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : الضباب في مصر دراسة جغرافية في التباين المكاني ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٠ (ب).

١٨- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة - دراسة جغرافية في المناخ الحضري ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد السادس والثلاثون ، الجزء الثاني ، سنة ٢٠٠٠ (ج).

١٩- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية : بيانات مناخية غير منشورة لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١: ١٩٩٨.

٢٠- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية : الأطلس المناخي لمصر ، الهيئة المصرية العامة للمساحة ، سنة ١٩٩٦.

٢٠- الهيئة المصرية العامة للمساحة ، جمهورية مصر العربية : طرق مواصلات الوجه البحري ، القاهرة ، سنة ١٩٨٧. مقياس ١ : ٤٠٠٠٠٠.

المصادر غير العربية :

1. Hobbs, J. E., : Applied Climatology, Dawson Westview Press, England, 1980.

2. Mather, John, : Climatology - Fundamentals, And Application, Mc - Graw Hill, U. S. A., 1974.

3. Oliver, John, E., : Climate And Man `s Enviroment, John Wiley & Sons, New York, 1972.

4. Oliver, John, E., : Climatology : Selected Applications, John Wiley & Sons, New York, 1981.

5. El-Sabbagh, M. K. · Desert Depressions in the Middle East - Their Formation, Deeping, Filling and Associated Weather Phenomena, Thesis M. Sc. Unpublished, Cairo University, 1964.

حصر وتقييم

الدراسات والبحوث المناخية في دول حوض النيل

بحث مرجعي مقدم للجنة العلمية الدائمة

إعداد
الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ــ جامعة المنوفية

يوليو ٢٠٠٢

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَاباً ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَاماً
فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا
مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنْ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا
بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالأَبْصَارِ ۞ يُقَلِّبُ اللَّهُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ
لَعِبْرَةً لأُولِي الأَبْصَارِ ﴾ النور ٤٣-٤٤

صدق الله العظيم

مقـــــــدمة :

يمتد حوض النيل ما بين دائرتي عرض ١٠ درجة جنوباً و٣٢ درجة شمالاً تقريباً، فتتمثل خلاله العديد من الأقاليم المناخية التي تتنوع وتتباين في نطاق عرضي يضم حوالي ٤٠ دائرة عرض تقريباً. وتنقسم الأقاليم المناخية وفق تصنيف كوبن (يعتمد على خصائص عنصري درجة حرارة الهواء والتساقط وتوزيعهما الفصلي) في هذا النطاق العرضي في :

١- الأقاليم الاستوائية المدارية وتضم :

أ) المناخ الاستوائي والمداري الدائم المطر.

ب) المناخ المداري ذو الفصل الجاف.

ج) المناخ الموسمي.

د) المناخ المداري الجاف وشبه الجاف.

٢- الأقاليم دون المدارية والمعتدلة وتتمثل هنا فقط في :

أ-إقليم المناخ دون المداري الجاف صيفاً

ويضاف إلى هذه الأقاليم المناخية التي يحددها الموقع الفلكي ، مناخ المرتفعات الذي يعكس تأثير عامل الارتفاع فوق مستوى سطح البحر، إذ يسهم التضرس وامتداد الحواجز الجبلية في إحداث بعض التغييرات المحلية في خصائص المناخ التفصيلي لمناطق المرتفعات كما هو الحال في هضبة الحبشة ومرتفعات شرق أفريقيا (جبل كينيا وجبل كلمنجارو من أشهر أمثلته)·

ويفسح هذا التعدد في الأقاليم المناخية العامة لحوض النيل ، وكذلك المناخ المحلي التفصيلي الذي يفرضه عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، فضلاً عن الموقع بالنسبة للمسطحات المائية والبحيرات الداخلية التي تضيف بعضاً من الملامح المناخية الخاصة بالمناطق المحيطة بها. فإن ذلك

يفسح مجالاً واسعاً لتنوع الدراسات والبحوث المناخية سواء على مستوى حوض النيل كإقليم جغرافي له خصائصه الطبيعية الفريدة ، أو على مستوى دول حوض النيل (مصر – السودان – أثيوبيا – كينيا – أوغندة – تنزانيا – بورندي – رواندا) ، أو على مستوى شرقي قارة أفريقيا ، وأخيراً على مستوى قارة أفريقيا ككل.

هذا وإن كانت البحوث والدراسات المناخية من صميم اهتمامات الجغرافي ، فإن هناك العديد من الاهتمامات والموضوعات البينية المشتركة بين الجغرافية المناخية والعلوم الأخرى. وقد حدى ذلك بأصحاب التخصصات المختلفة إلى التعرض لدراسة المناخ ولو من قبيل توفير الخلفية العلمية لموضوع دراساتهم ، أو لبحث الأبعاد التأثيرية للمناخ في مجال دراساتهم واهتماماتهم. وقد استتبع ذلك تعدد منهجية تناول المناخ، وأهمية دراسة بعض عناصره وأسلوب معالجتها وتقييمها كأحد العوامل الطبيعية المؤثرة في الإنسان ونشاطه الاقتصادي فيما بين الجغرافيين من ناحية ، وبينهم وبين الميترولوجين والزراعيين والمهندسين وغيرهم من ناحية أخرى. وقد استفاد هذا البحث من العديد من الدراسات والبحوث المناخية لغير الجغرافيين نظراً لغرازتها واستهدافها لبعض الموضوعات التي قد يقتصر الاهتمام بها عليهم خاصة فيما يتعلق بالتنبوءات الجوية المستقبلية التي تشغل اهتمامات الميترولوجيين.

وقد استدعى ذلك تقسيم الدراسات والبحوث المناخية التي اعتمد عليها البحث على أساس الاعتبارات التالية :

- موضوع الدراسة أو البحث.
- التوزيع الجغرافي للدراسة.
- التتابع الزمني.

وقد تم تقسيم موضوعات البحوث والدراسات المناخية على النهج التالي :

١. **دراسات عامة وتشمل :**
- (١-١) جغرافية بشرية- مناخية.
- (١-٢) جغرافية طبيعية - مناخية.
- (١-٣) أصول الجغرافيا المناخية.
- (١-٤) مناخ في حدود جغرافية.

٢. **دراسات في أحد العناصر المناخية وتشمل :**
- (٢-١) المطر.
- (٢-٢) درجة حرارة الهواء.
- (٢-٣) الإشعاع الشمسي.
- (٢-٤) الرياح سرعة واتجاهاً.
- (٢-٥) التبخر.

٣. **دراسات في أحد الظواهر الجوية وتشمل :**
- (٣-١) العواصف الرعدية.
- (٣-٢) المنخفضات الجوية.
- (٣-٣) العواصف الرملية.
- (٣-٤) النينو واللانينا.
- (٣-٥) الضباب.

٤. **دراسات في المناخ التطبيقي وتشمل :**
- (٤-١) المناخ والزراعة.
- (٤-٢) المناخ والهيدرولوجيا.
- (٤-٣) المناخ وصحة الإنسان.
- (٤-٤) المناخ والعمران.
- (٤-٥) المناخ ومجالات أخرى متنوعة.

٥- مشكلات بيئية مناخية وتشمل :

- (٥-١) الجفاف والتصحر.
- (٥-٢) السيول والفيضانات.
- (٥-٣) تعرية التربة.
- (٥-٤) تغير المناخ.

٦- التنبؤات الجوية.

وقد اعتمد البحث وفق اعتبارية التوزيع الجغرافي (للحيز المكاني محل تطبيق البحث أو الدراسة) على البدء بالبحوث التي تتناول مناخ قارة أفريقيا ككل أو أحد أقاليمها الجغرافية خاصة إقليم حوض النيل ، ثم يتدرج إلى الدراسات المناخية بأي من دول الحوض النيل ، وينتهي بتلك التي تبحث في أحد أقاليم دول الحوض أو أحد مدنها.

وقد حاول البحث التنسيق فيما بين موضوع الدراسة وتوزيعها الجغرافي من ناحية، وبينهما وبين التتابع الزمني من ناحية أخرى. حيث يتدرج البحث من الأقدم إلى الأحدث بهدف التوصل إلى أحدث التوجهات في موضوعات الدراسات المناخية وأساليب معالجتها فيما يتعلق بدول حوض النيل.

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى تحقيق الأهداف التالية :

- حصر الدراسات والبحوث المناخية لدول حوض النيل ، سواء إن كانت دراسة قائمة على إقليم حوض النيل على حدة ، أو كانت جزءً من دراسة أخرى ، أو كانت دراسة تختص بجزء من هذا الإقليم.
- حصر وتقسيم موضوعات الدراسات المناخية لتحديد أكثرها استحواذاً على الاهتمام ، وأكثرها احتياجاً إلى المزيد منه.

- تحليل كفاءة التوزيع الجغرافي للدراسات والبحوث المناخية على دول حوض النيل لتحديد أيها تعاني نقصاً في البحوث المناخية للحث على إجراء المزيد منها.
- الحكم على درجة مساهمة الجغرافيين والميترولوجيين وغيرهم في الدراسات والبحوث المناخية في دول حوض النيل.
- تحديد درجة استحواذ البحوث والدراسات المناخية باللغة العربية مقارنة باللغة غير العربية.
- تتبع تركيز الدراسات والبحوث المناخية - على اختلاف موضوعاتها وتوزيعها الجغرافي - خلال فترات زمنية محددة ومحاولة استنباط مدلولاتها.

الدراســـة :

١- الدراسات العامة :

١-١ جغرافية بشرية - مناخية

♦ يستعرض (رياض وكوثر ، ١٩٧٣) الملامح المناخية لقارة أفريقيا وكذا أقاليمها المناخية في إطار دراسة إقليمية للقارة. وقد تناولا في خضم دراسة إقليمية تفصيلية لدولتي السودان وأثيوبيا عرضاً سريعاً لمناخ كل منهما.

♦ يستعرض (روكز ، ١٩٨٦) مناخ قارة أفريقيا من حيث العوامل المؤثرة (الموقع الجغرافي - أثر الرياح - توزيع المطر - التيارات البحرية) في عجالة سريعة (لم يفرق خلالها بين العوامل المؤثرة في المناخ وبين عناصر المناخ) تتفق مع هدف هذه الدراسة وهو بحث الجوانب السياسية والحضارية للقارة.

• يقوم الباحث (هرست ، ١٩٦٥) في خضم موسوعة حوض النيل بدراسة خصائص عنصري الحرارة والمطر وتأثيرهما في كميات التبخر من نهر النيل والبحيرات الاستوائية. وقد اعتمد في دراسته لمنسوب نهر النيل من الخرطوم إلى عطبرة – في الأراضي السودانية – على بيانات ٥ محطات لرصد المطر وقياس التبخر ١٩٢٠ – ١٩٣٢ ، واعتمد في دراسته لمنسوب نهر النيل من عطبرة إلى أسوان على بيانات محطة عطبرة (١٩٠٧ – ١٩٤٧) ، محطة أبو حمد (١٩٠٨–١٩٤٧) ، ومحطة وادي حلفا (١٩٤١ –١٩٤٧) ، ومحطة أسوان (١٩٣٥–١٩٤٧). وقد أفادت هذه الدراسة في توفير الخلفية المناخية لإقليم حوض النيل خاصة فيما يتعلق بالمطر والتبخر وتأثيرهما في منسوب نهر النيل.

• يتناول الباحث (الزوكة ، ١٩٨٨) في إطار دراسة إقليمية لجغرافية شرقي أفريقيا الملامح المناخية لهذا الإقليم .(ص ص ٥٨:٤٠). إذ يبحث في العوامل المؤثرة في مناخ الإقليم (الموقع الفلكي– التيارات البحرية – أشكال السطح – الضغط الجوي والرياح شتاءً وصيفاً). كما يتناول دراسة عنصري درجة حرارة الهواء والأمطار، وينتهي إلى تقسيم إقليم شرقي أفريقيا إلى أربعة أقاليم مناخية (المناخ الاستوائي – المناخ المداري القاري – المناخ المداري البحري – المناخ شبه الجاف). ويستهدف الباحث هنا إبراز الملامح المناخية العامة للإقليم في إطار تكوين الخلفية الطبيعية للإقليم.

• يستعرض (عبدالحكيم ، ١٩٩٥) في إطار دراسة إقليمية للوطن العربي بعض الملامح العامة لمناخ مصر والسودان كجزء من إقليم حوض النيل. وقد قسم الوطن العربي إلى ثلاثة أقاليم مناخية رئيسية (إقليم البحر المتوسط – الإقليم المداري المطير – الإقليم السوداني –الإقليم شبه الموسمي – الإقليم الصحراوي) تتمثل في مجملها في بعض دول حوض النيل.

♦ يستعرض (جودة ، ١٩٩٦) الخصائص المناخية العامة للعالم العربي (ص ص ٧٣: ٩٤) في إطار دراسة إقليمية للعالم العربي. وقد تناول السودان في دراسة تفصيلية، عرض من خلالها مناخ السودان (ص ص ٤١٩ : ٤٢٣) من حيث العوامل المؤثرة في مناخ السودان ، الخصائص العامة لعنصري درجة حرارة الهواء والأمطار ، ثم انتهى إلى تقسيم السنة في السودان إلى فصلين: فصل الصيف الحار الممطر وفصل الشتاء الجاف.

♦ تناول (حسن ، ١٩٩٧) في إطار دراسة إقليمية لقارة أفريقيا وحوض النيل ، دراسة المناخ في فصل مستقل بعنوان " المناخ والأقاليم المناخية والنباتية". وقد ناقش العوامل الجغرافية المؤثرة في المناخ (الموقع الجغرافي – المظهر الهضبي – التيارات البحرية – الغطاء النباتي). وقد استعرض في عجالة خصائص بعض العناضر المناخية التي تحدد الملامح العامة لمناخ قارة أفريقيا ككل ومناخ حوض النيل كجزء منها. وقد انتهى إلى تقسيم القارة وحوض النيل إلى أقاليم مناخية نباتية هي : المناخ الاستوائي وغاباته – المناخ المداري والسفانا الإفريقية – المناخ الصحراوي ونبات المناطق الهامشية – مناخ البحر المتوسط وغطاؤه النباتي.

♦ يستعرض (الخفاف ، ١٩٩٩) في دراسة إقليمية للوطن العربي في فصل مستقل بحث ظاهرات الطقس وأحوال المناخ والموارد العامة (١٠٥ : ١٢٦). وناقش من خلاله خصائص العناصر المناخية والأقاليم المناخية للوطن العربي.

♦ يستعرض (جودة، ١٩٩٨) في سياق دراسة إقليمية للعالم القديم ، دراسة تفصيلية لأثيوبيا. وقد تعرض في عجالة سريعة للعوامل المؤثرة في مناخ أثيوبيا (الموقع الفلكي – عامل الارتفاع) ، وخصائص عناصر درجة الهواء والمطر والرياح. وقد اهتم الباحث بتحديد فصلية المطر وارتباط

كميتها بالرياح الموسمية الجنوبية الغربية، وانتهى إلى أن ٨٠% من أمطار أثيوبيا ينحصر فيما بين شهري يونيو وسبتمبر.

- يتناول (طريح ، ١٩٩٩) في إطار دراسة جغرافية لحوض النيل وثلاث من الدول (السودان – أثيوبيا – أوغندة) ، دراسة مناخ الدول الثلاث. وقد اهتم ببحث خصائص عنصري درجة حرارة الهواء والأمطار لكونهما عنصرين محددين أكثر من غيرهما للملامح المناخية لإقليم حوض النيل بصفة عامة ولهذه الدول الثلاث بصفة خاصة. وقد حرص الباحث على تحليل بيانات شهرية للأمطار في السودان معتمداً على ١٠ محطات جوية ، وفي أثيوبيا على ٣ محطات جوية وفي أوغندة على محطتين فقط ، وإن كان لم يحدد عدد سنوات الرصد في أي منها. وينتهي الباحث إلى تقسيم السودان إلى أقاليم مناخية وفق تصنيف كوبن ، بينما قسم مناخ أثيوبيا على أساس مظاهر السطح وانعكاساتها في خصائص درجة حرارة الهواء. ومما يذكر ، أن هذه الدراسة تهدف إلى إعطاء إطار مناخي عام دون الخوض في التفصيلات المناخية الدقيقة ويتفق ذلك مع الهدف من الدراسة.

- يستعرض (الشرابي ، ١٩٦٥) في إطار دراسة الجغرافية الاقتصادية لأوغندة ، دراسة علاقة المناخ باقتصاديات أوغندة (ص ص ٢٨: ٤١). ويبحث في عنصري درجة حرارة الهواء والأمطار ، وينتهي إلى تقسيم أوغندة إلى أقاليم مطر (جهات غزيرة المطر – جهات قليلة المطر – جهات نادرة المطر) على أساس معدلها السنوي ، فضلاً عن تقسيمها إلى خمس أقاليم مناخية. وقد اعتمد الباحث على معدلات مناخية لعنصري الحرارة والأمطار ، وإن كان لم يحدد المحطات أو سنوات الدراسة. وقد حرص الباحث على إبراز أبعاد العلاقة التأثيرية لعنصري الحرارة والأمطار في تحديد اتجاهات اقتصاد الدولة ومستقبله في ضوء المعطيات الطبيعية للدولة بصفة عامة والمعطيات المناخية بصفة خاصة.

♦ يستعرض (دكروري ، ١٩٧٣) في إطار دراسة الثروة الغابية في السودان ، دراسة المناخ (ص ص ٦ : ٢١) معتمداً على ٨ محطات أرصاد جوية بالسودان (١٩٣١ - ١٩٦٠). وقد أهتم الباحث بتكوين الخلفية المناخية لإبراز نوع المناخ ومدى تأثيره في توزيع الغطاء النباتي. وقد اهتم بدراسة خصائص عنصر المطر ، وقسم السودان إلى أربعة أقاليم مطر (الإقليم الصحراوي - الإقليم شبه الصحراوي - إقليم الأمطار القليلة - إقليم الأمطار الغزيرة).

♦ يتناول (سعودي ، ١٩٨٥) في دراسة إقليمية للسودان ، دراسة مناخ السودان (ص ص ، ٧٧ :٩٢) من خلال بحث العوامل الجغرافية المؤثرة فيه. ويتناول عنصر المطر باهتمام خاص إذ يبحث العلاقة بين الأمطار وأنماط التصريف المائي (منعدم - متقطع - موسمي - دائم - فيضانات موسمية - مناطق ري) ، وأنواع المطر ، وتذبذب المطر. وقد انتهى إلى تقسيم السودان إلى خمسة أقاليم مناخية.

♦ يتناول (أدريس ، ١٩٧٨) في دراسة جغرافية لمدينة عطبرة بالسودان ، عرضاً موجزاً لمناخ المدينة (ص ص ٢٧ : ٣٧) كجزء من الخلفية الطبيعية للمدينة.

♦ يقوم (عامر ، ١٩٨٩) بدراسة خصائص العناصر المناخية للخرطوم كجزء من دراسة جغرافية لمديرية الخرطوم. ويعتمد الباحث على معدلات ثلاث محطات جوية خلال ٣٠ سنة. وقد قام الباحث بتحليل العلاقات الارتباطية بين درجة حرارة الهواء والتبخر والمطر في المحطات الثلاث.

♦ تتناول الباحثة (درويش ، ناريمان ١٩٩٩) دراسة عناصر المناخ كجزء أساسي من المقومات الطبيعية للسياحة في محافظة المنيا بمصر. وتستعرض المتوسطات الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية ، ومدى تأثيرهما معاً على شعور الإنسان بالراحة، فضلاً عن تحليل النسبة

المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس شهرياً والمتوسط الشهري لسرعة الرياح. وقد انتهت الدراسة إلى أن مناخ محافظة المنيا مناسب للأنشطة السياحية المختلفة على مدار السنة ، وأنه يعتبر أحد أهم العوامل الإيجابية للمقومات الجغرافية للسياحة بالمحافظة.

٢-١ جغرافيا طبيعية - مناخية :

- تستعرض (الحسن ، خديجة، ١٩٧٦) مناخ حوض النيل الأزرق بالسودان (ص ص ٤٦ : ٥٧) في إطار دراسة جغرافية. ويعتمد البحث على معدلات مناخية لبيانات ٧ محطات أرصاد جوية في دراسة عنصر درجة حرارة الهواء ، بالإضافة إلى ١٤ محطة أرصاد جوية في دراسة عنصر المطر ، وذلك خلال الفترة ١٩٤١ – ١٩٧٠. وقد انتهت الدراسة إلى تقسيم حوض النيل الأزرق إلى إقليمين مناخيين إقليم شمالي شبه صحراوي – إقليم جنوبي مداري سوداني.

- اهتم (بحيري ، ١٩٧٩) في دراسة جغرافية الصحاري العربية بتناول الخصائص المناخية للصحاري التي اعتبرها ظاهرة مناخية لارتباط نشأتها – في المقام الأول – بخصائص مميزة بالنسبة للتساقط ودرجة حرارة الهواء والتبخر. وقد استعرض بعض المعادلات والتصنيفات التي تحدد الصحراء كظاهرة مناخية (قرينة جفاف ديمارتون – قرينة ثورنثويت للرطوبة – تصنيف ميجز – وغيرها) وقد اهتم الباحث بدراسة عنصر المطر من حيث خصائصها ، موسم سقوطها ، كميتها، أنواعها ، وقيمتها الفعلية في الصحاري العربية التي تقع أجزاء واسعة من مصر وشمال السودان في نطاقها.

- يتناول (محسوب ، ١٩٩٢ ص ص١٨٣: ٢٥٩) الظروف المناخية بالصحراء الغربية بمصر كجزء من الدراسة الطبيعية لهذه الصحراء. وقد اعتمد على معدلات مناخية لبيانات ١٠ محطات و٩ محطات و٨ محطات و

٧ محطات أرصاد جوية في دراسة عناصر درجة حرارة الهواء ، المطر ، الرطوبة النسبية والرياح على التوالي. وقد حرص الباحث على تطبيق معامل لانج للمطر لتحديد درجة جفاف الصحراء الغربية. وقد اهتم الباحث بتحديد أهمية المطر كمصدر أساسي للمياه في النطاق الساحلي الشمالي من الصحراء الغربية بمصر.

♦ يستعرض (الدسوقي ، ١٩٩٩) في دراسة لجنوب الصحراء الغربية بمصر ، الأحوال المناخية العامة لمحطتي الأرصاد الجوية أسوان والخارجة خلال الفترة ١٩٦٠ – ١٩٩٥. وقد اهتم (الدسوقي) هنا بعنصر الرياح على العكس من (محسوب) – في دراسته السابقة –الذي اهتم بعنصر المطر.

♦ يهتم (أبوالفتوح ، سنة ١٩٩٧) في دراسته للبيئة الصحراوية العربية ، بتصنيف الصحاري العربية على أساس :

- الموقع الفلكي : صحاري مدارية – معتدلة،
- التضاريس: صحاري ظل المطر – صحاري قارية.
- درجة حرارة الهواء : صحاري باردة – صحاري حارة،
- كمية المطر : صحاري شديدة الجفاف – صحاري جافة – صحاري شبه جافة،

وهكذا فقد نهج الباحث هنا نهجاً مختلفاً عن الدراسات السابقة ، إذ أنه وضع التصنيفات كمقدمة للدراسة بدلاً من أن يدرس خصائص العناصر المناخية ومدى تنوعها وتباينها في الصحاري العربية (ما يخص البحث فيها صحراء مصر وصحراء شمال السودان) ، ثم ينتهي إلى هذا التصنيف كخلاصة للدراسة. وقد اهتم الباحث هنا بتطبيق ذات معايير الجفاف التي طبقها (محسوب) في دراسته السابقة،

♦ يقترب(جودة ، ١٩٩٦) في دراسته للأراضي الجافة وشبه الجافة من الدراسة السابقة (أبو الفتح ، ١٩٩٧). إذ يبتدأ دراسته بتحديد درجات الجفاف

مستعيناً بـ ٧ معايير (ديمارتون- كوبن - تريوارثا - ثورنثويت - ميجز - بوديكو - فلون). وقد اهتم بتحليل خصائص العناصر المناخية (درجة حرارة الهواء - الرياح - الرطوبة والندى والمطر - التبخر) للأراضي الجافة وشبه الجافة.

- يتبع (محمدين وحسن عبد العزيز ، ١٩٨٥) في دراسته للأقاليم الجافة، وشبه الجافة ذات النهج الذي اتبعه غيرهما (جودة ، ١٩٩٦ ، وأبو الفتوح ١٩٩٧) في شرح خصائص مناخ هذه الأقاليم الجافة وشبه الجافة.وقد أضافت هذه الدراسة عناصر جديدة ألا وهي العناصر الجيولوجية والتغيرات المناخية المحتملة في الأقاليم الجافة.

- يتناول (فايد، ١٩٩٨) في دراسته للموازنة المائية لقارة أفريقيا تأثير عناصر المناخ في تحديد ملامح هذه الموازنة. إذ يحرص الباحث على بحث العلاقة المتداخلة بين درجة حرارة الهواء ، وطاقة التبخر نتج ، وكمية المطر وفصليتها ودرجة تركيزها. وهكذا يتبع هذا البحث منهجية مختلفة عما سبق عرضه من دراسات. إذ أنه لم يهتم ببحث خصائص كل عنصر على حدة بقدر اهتمامه بتوضيح أهمية كل عنصر من خلال درجة تأثيره في العناصر المناخية الأخرى ، ومن ثم في تحديد الموازنة المائية للقارة وينتهي البحث إلى تقسيم قارة أفريقيا إلى مناطق عجز مائي ومناطق اكتفاء مائي ومناطق فائض مائي قليل.

- يستعرض (عبد السلام ، ١٩٩٩) الأحوال المناخية لمنخفض البحرية في صحراء مصر الغربية من خلال بحث تأثيرها في تشكيل جيومورفولوجية الكثبان الرملية في المنخفض. وتستنتج هذه الدراسة أن ارتفاع درجة حرارة الهواء في الصحراء الغربية بمصر، يؤدي إلى ارتفاع معدلات التبخر ، ومن ثم تفقد الكثبان الرملية رطوبتها مما يُسهل نقلها بفعل الرياح خاصة مع افتقارها لدور النبات الطبيعي في تثبيتها بسبب ندرته. وقد

انتهت هذه الدراسة إلى أن مناخ منخفض البحرية يتميز بكونه مناخاً قارياً شديد الجفاف والرياح السائدة شمالية غربية تزيد سرعتها صيفاً وربيعاً.

♦ هذا وإن كانت الدراسات السابقة تبحث في خصائص المناخ في الصحاري والأقاليم الجافة وشبه الجافة في إطار دراسات في الجغرافيا الطبيعية ، فإن الباحث (سعيد ، ١٩٩٣) يتناول دراسة العلاقة بين المناخ وتطور منسوب نهر النيل واستخدام مياهه (ص ص ٩٨ : ١٠٨).ويهتم الباحث بتوزيع الضغط الجوي والدورة العامة للرياح ثم يربطها بعنصر المطر خاصة على هضبة الحبشة. وينتهي الباحث إلى تقسيم حوض نهر النيل إلى خمسة أقاليم مطر من المنبع حتى المصب في البحر المتوسط وهي :

- إقليم أمطار طول العام : منابع النيل الاستوائية.
- إقليم فصلين من المطر : في بعض أجزاء من منابع النيل في الهضبة الاستوائية.
- إقليم مطر صيفي : الإقليم السوداني في وسط السودان.
- إقليم مطر شتوي : بعض أجزاء من نهر النيل ودلتاه في مصر.
- مناطق قاحلة أو شبه قاحلة في معظم مجرى نهر النيل ما بين عطبرة والقاهرة.

وقد اهتم الباحث بدراسة بعض العوامل المناخية طويلة الأجل (المرتبطة بالفلك) التي يمكن أن تؤثر في منسوب نهر النيل. هذا فضلاً عن بحث بعض العوامل المناخية قصيرة الأجل التي يظهر تأثيرها في مجري نهر النيل خلال مدة قد تتراوح ما بين موسم واحد إلى عقد من الزمان وتشمل : التغيرات في الغطاء النباتي – حركة التيارات البحرية – ظاهرة الدفء العالمي – ظاهرة النينو.

١-٣ أصول الجغرافيا المناخية :

♦ يتناول (البنا، ١٩٧٠) مناخ حوض النيل في سياق دراسة لأسس الجغرافيا المناخية والنباتية. حيث يدرس الأقاليم المناخية وفق التصنيفات المناخية العالمية ويتبعها بدراسة تفصيلية عن مناخ حوض النيل كأحد أقاليم أفريقيا.

♦ يتناول (فايد ، ١٩٧١) دراسة جغرافية المناخ والنبات من حيث أصول هذا العلم وخصائص العناصر المناخية والعوامل المؤثرة في كل منها وعلاقتها بعضها ببعض وينتهي إلى دراسة تفصيلية لمناخ قارة أفريقيا (ص ص ١٥٤ : ١٧٧) حيث يشرح العوامل المؤثرة في مناخ القارة (الضغط الجوي – درجة حرارة الهواء – الرياح صيفاً وشتاءً – التيارات البحرية – الكتل الهوائية – الجبهات الهوائية – مظاهر السطح). وينتهي إلى تقسيم قارة أفريقيا إلى سبع أقاليم مناخية : إقليم شمال غرب أفريقيا – إقليم الصحراء الكبرى [يتمثل جزء منه في مصر وشمال السودان] إقليم السودان وساحل غانا [يتمثل في السودان] – إقليم الكمرون وجنوب غرب أفريقيا – إقليم جنوب أفريقيا – إقليم شرق أفريقيا [يتمثل في أثيوبيا – كينيا – تنزانيا – أوغندة] – إقليم جزيرة مدغشقر.

♦ يتناول (أبو العطا ، ١٩٨٧) دراسة عامة في الطقس والمناخ وطبيعة الجو وجغرافية المناخ. ويبحث في هذه الدراسة : الأسس العامة للمناخ – العناصر الجوية ورصدها وتسجيلها – خرائط الطقس والمناخ – الغلاف الجوي – الاشعاع الشمسي والأرضي – درجة حرارة الهواء – الضغط الجوي وحركة الهواء – مراكز الحركة في الهواء – التكاثف ومظاهرة – التوزيع الجغرافي لعناصر المناخ – دراسة تطبيقية للمناخ في قارة أفريقيا. ويبحث خصائص عناصر المناخ في قارة أفريقيا وينتهي إلى تقسيم القارة إلى أربعة أقاليم مطر وفقاً لموسم المطر (ص ص ١٦٩ : ١٧٦).

◆ يتناول (جودة ، ١٩٩٨) دراسة تفصيلية للجغرافيا المناخية والحيوية مع التطبيق على قارات العالم القديم وكذلك على العالم العربي. ويبحث في سياق هذه الدراسة المناخ والأقاليم المناخية في قارة أفريقيا (ص ص ٤١٧ : ٤٣٥) من حيث العوامل المؤثرة في المناخ ، دراسة عناصر المناخ. وينتهي مثل الدراسات السابقة إلى تقسيم القارة إلى أقاليم مناخية.

◆ يتناول (Lockwood, 1985) دراسة الأصول العامة للجغرافية المناخية من خلال بحث أنظمة المناخ العالمي. ويبحث في الخصائص المناخية للأقاليم الجافة وشبه الجافة. ويفرد دراسة منفصلة وتفصيلية عن إقليم شمال أفريقيا والشرق الأوسط ، وإقليم جنوب الصحراء الكبرى الأفريقية وينصف هذا الإقليم مناخياً وفقاً لكمية المطر السنوي. ويهتم الباحث في دراسته لمناخ قارة أفريقيا بدراسة الموازنة المائية للقارة من خلال تحليل عناصر المناخ : الإشعاع الشمسي ، ودرجة حرارة الهواء ، والأمطار ، والتبخر والنتح. وقد نهج الباحث هنا نهجاً مختلفاً في تقسيم المناخ العالمي حيث اعتمد على أكثر من عامل (درجة حرارة الهواء – الأمطار – الغطاء النباتي) حيث قسم أنظمة المناخ إلى : مناخ الأنظمة الجافة – مناخ المناطق الجليدية وشبه الجليدية – مناخ المسطحات المائية – مناخ الغابات – مناخ الحشائش.

◆ قام (على ، ١٩٩٠) بترجمة أحد الكتب المرجعية في أصول الجغرافيا المناخية تحت عنوان (الغلاف الجوي والطقس والمناخ) فضلاً عن إعداده لدراسة أخرى للطقس والمناخ والميترولوجيا (سنة ١٩٨٢)، ويهدف فيهما توفير الخلفية العلمية التفصيلية لأصول الجغرافيا المناخية.

◆ ويتناول أحد الزراعيين (عبد العظيم ، سنة ١٩٩٦) الظواهر الجوية في وادي النيل والشرق الأوسط في سياق شرح علم المناخ المعاصر ويحلل الباحث العوامل المؤثرة في مناخ وادي النيل والشرق الأوسط مع التركيز على تأثير توزيعات الضغط الجوي ويقسمها إلى :

- انخفاض الهند الموسمي صيفاً.
- انخفاض السودان الموسمي في كل من الربيع والخريف.
- ارتفاع الذبذبات الموجبة في الغربيات العليا في حوض النيل وشرقيات السودان العليا.
- التيارات العليا النفاثة المدارية الاستوائية.

وقد اغفل الباحث دراسة العناصر المناخية الأخرى ، وإن كان قد استعرض بعض الظواهر الجوية مثل عواصف الرعد في مناطق البحر الأحمر وكذلك رياح الخماسين في مصر.

♦ يتناول أحد الميترولوجيين (زهدي ، ١٩٩٧) دراسة العناصر المناخية وبعض الظواهر الجوية مع بعض التطبيقات على دول حوض النيل خاصة مصر والسودان. ويهتم الباحث هنا بتحليل العناصر الجوية – من وجهة نظر الأرصاد الجوية – من حيث علاقتها بالطيران وسلامة الملاحة الجوية. ومن ثم يركز على بعض الظواهر الجوية مثل الضباب والسحب والعواصف الرعدية والمطبات الهوائية وغيرها مما يهتم به الملاحون الجويون.

٤-١ مناخ في حدود جغرافية :

♦ تعتبر دراسة ((Griffiths, 1972 لمناخ قارة أفريقيا دراسة مرجعية شاملة لمناخ القارة إذ يشرح بالتفصيل الخصائص المناخية للقارة على مدار شهور السنة ، والتصنيفات المناخية لها. وينتهي إلى تقسيم القارة إلى عدة نطاقات مناخية :

- نطاق البحر المتوسط (مصب نهر النيل).
- نطاق الصحراء الكبرى (المجرى الأدنى لنهر النيل) ويتناول فيه مناخ السودان بالتفصيل كدراسة تطبيقية.
- نطاق الأقاليم شبه الجافة.
- النطاق المداري الرطب والمداري الجاف (جنوب السودان).

- النطاق الاستوائي الرطب (كينيا الاستوائية)·
- نطاق شرق أفريقيا ويدرس فيه بالتفصيل مناخ منطقة بحيرة فيكتوريا (أوغندة – تنزانيا)
- إقليم روندا وبورندي.
- إقليم مرتفعات الحبشة.

وهكذا ، فإن هذه الدراسة قد شملت دراسة تفصيلية لدول حوض النيل. وقد أضافت في جزء منفصل دراسة مناخ مصر من حيث العوامل المؤثرة فيه، وخصائص العناصر المناخية ، ثم انتهى إلى دراسة أقاليم مصر المناخية.

♦ تتناول (مرسى ، فوزية ، ١٩٩٧) الظروف المناخية في أفريقيا من خلال تحليل العوامل الطبيعية المؤثرة في مناخ القارة وتستعرض المعدلات المناخية لبعض العناصر والظاهرات الجوية الشائعة في القارة. وتنتهي الدراسة بتصنيف القاهرة مناخياً وفق تصنيف كوبن وثورنثويت. وقد اعتمد البحث على مجموعة من الدراسات السابقة لمناخ القارة لعرض خصائص العناصر المناخية ، كما استعان بالخرائط المقتبسة لإبراز التوزيع الجغرافي للخصائص المناخية والأقاليم المناخية للقارة.

♦ يتناول (زغلول ، ١٩٧٧) الأنواع المناخية في دول حوض النيل كدراسة تفصيلية لمناخ الإقليم. ويبحث في الخصائص التفصيلية للعناصر المناخية (الإشعاع الشمسي – درجة حرارة الهواء – الضغط الجوي والرياح – التبخر والرطوبة – طاقة التبخر نتح – السحب والتغييم – التساقط) معتمداً على البيانات الشهرية للمحطات الجوية في دول الحوض خلال سنوات الرصد المتاحة في كل منها. وقد انتهى الباحث في دراسته للتساقط إلى تقسيم إقليم حوض النيل إلى سبعة أقاليم مطر ، فضلاً عن إقليمين لسقوط الثلج والبرد. كما انتهى إلى تحديد الأنواع المناخية في إقليم حوض النيل متبعاً التصنيف المناخي على أساس النبات الطبيعي كانعكاس صادق للظروف

المناخية (تصنيف كوين - تصنيف ثورنثويت - تصنيف بيلي). وقد قام الباحث بتحديد القارية والمحيطية مستخدماً تصنيف ايفانوف. وقد بحث أيضاً العلاقة بين المناخ والإنسان في دول حوض النيل من خلال تطبيق تصنيف بيلي وتصنيف شميد.

- يتناول (Sayed, 1996) دراسة مقارنة بين صيف ١٩٨٨ المطير وصيف ١٩٨٣ الجاف في منطقة شمال أفريقيا. ويستعرض الباحث سنوات المطر وسنوات الجفاف وتوزيعها في النطاق المداري من القارة. ويبحث في آليات المطر والجفاف وفاعليتها وعلاقتها بالألبيدو والإشعاع الأرضي. ويبحث في الخصائص التفصيلية لمناخ حوض النيل مع دراسة تطبيقية لمناخ أثيوبيا. ويهدف هذا البحث إلى معرفة التصارع المتبادل بين منخفض الهند الموسمي والمرتفع الأزورى من خلال دراسة سرعة التيار النفاث المداري الشرقي. وقد انتهى إلى عدة نتائج منها :

- كان موقع التيار النفاث عند دائرة عرض ١٢,٥ درجة شمالاً ، ويمتد ما بين خطي طول ٣٥ درجة شرقاً و٨٥ درجة شرقاً ، ويتحرك بسرعة ٣٠متر/الثانية ، وذلك في أثناء الصيف المطير سنة ١٩٨٨.
- كان موقع التيار النفاث عند دائرة عرض ٥ درجة شمالاً وبين خطي طول ٤٧,٥ درجة شرقاً و٩٠ درجة شرقاً ، ويتحرك بسرعة ٢٠ متر/الثانية.
- كان موقع نطاق التجميع بين المداري ITCZ Tntertropical Convergence Zone حول دائرة عرض ٢٠ درجة شمالاً على شمال شرق أفريقيا في السنوات المطيرة ، بينما كان موقعها في السنوات الجافة حول دائرة عرض ١٢ درجة شمالاً على شمال شرق أفريقيا.

• يقدم (سليمان، ١٩٧٨) دراسة تفصيلية لمناخ مصر من خلال بحث معدلات العناصر المناخية والظواهر الجوية. ويهتم بعرض خصائص العناصر المناخية والظواهر الجوية من خلال الخرائط والجداول التي اعتمدت عليها كثير من الدراسات اللاحقة عن مناخ مصر. وتعتبر هذه الدراسة من الدراسات المرجعية لمناخ مصر من قِبَل الميترولوجين.

• يبحث (عطا ، ١٩٩٢) في مناخ الساحل الشمالي في مصر من خلال دراسة في الجغرافيا المناخية ويحدد الأسس المناخية لتحديد إقليم الساحل الشمالي المصري ، والعوامل المؤثرة في مناخ الإقليم. ويهتم بتحليل الخصائص التفصيلية لعناصر المناخ في الإقليم مستخدماً ١٥ محطة أرصاد جوية ١٩٦٠ – ١٩٨٣. ويبرز الباحث اهتماماً خاصاً بعنصر المطر ، إذ يبحثه في عشرة محاور لإبراز الفروق التفصيلية في توزيع الأمطار على طول الساحل. وقد أضاف الباحث دراسة تطبيقية لتحديد تأثير المناخ في الجغرافيا البشرية للإقليم من حيث مساهمة المناخ في تحديد ملامح النشاط البشري لسكان الإقليم والمحددات المناخية في توزيع السكان ومراكز العمران.

• يستكمل (يوسف ، ١٩٩٨) الدراسة السابقة (عطا ، ١٩٩٢) من خلال بحث التباين المناخي بين سواحل مصر على البحر المتوسط وسواحل مصر على البحر الأحمر. ويحلل هذا التباين من خلال بحث عدة أوجه : الموقع الفلكي – الظهير الطبوغرافي – التوجه البشري – استخدام الأرض. وناقش العوامل المؤثرة في مناخ الساحلين الشمالي والشرقي ، كما حلل خصائص العناصر المناخية تحليلاً إحصائياً وكارتوجرافياً معتمداً على بيانات ٥ محطات أرصاد جوية لكل من الساحلين. وقد اهتم بتحليل العلاقات الارتباطية بين عناصر المناخ بعضها مع بعض في كل محطة من ناحية ، وبين كل محطة والمحطات الأخرى من ناحية ثانية. ويهدف إلى إبراز العلاقات المختلفة ودرجة قوتها ودرجة تأثيرها بين العناصر المناخية على

السواحل الشمالية ومثلها على السواحل الشرقية. هذا فضلاً عن تحليل الأبعاد التأثيرية للموقع الجغرافي في تحديد ملامح العناصر المناخية وخصائصها على السواحل المصرية. وقد اهتم الباحث بدراسة بعض الظواهر الجوية مثل الضباب ودرجة التغييم (غطاء السماء من السحب) والعجاج الترابي الخفيف.

• ويستكمل (سالم ، ١٩٩٣) دراسة مناخ الحدود الشمالية لمصر من خلال بحث مناخ شبه جزيرة سيناء البوابة الشمالية الشرقية لمصر ، بالإضافة إلى مناخ سواحل البحر الأحمر • ويتناول الباحث تحليل خصائص العناصر المناخية معتمداً على بيانات شهرية لـــ ١٧ محطة أرصاد جوية خلال فترة تمتد في بعض المحطات إلى ٥٠ سنة. وقد اهتم البحث بالتحليل الإحصائي والكارتوجرافي للعناصر المناخية بالإضافة إلى بعض الظواهر الجوية مثل العواصف الرعدية والعواصف الرملية وظاهرة العجاج. وقد حرص الباحث على دراسة الأبعاد التأثيرية للمناخ في أوجه النشاط البشري واتجاهات التنمية. وقد حرص على إجراء دراسة تطبيقية يبحث من خلالها بعض المعطيات المناخية بالمنطقة لمحاولة الاستفادة منها في توليد الطاقة النظيفة المتجددة مثل إمكانية استغلال الإشعاع الشمسي وكثافته العالية وكذلك قوة الرياح وشدتها في توليد الطاقة •

• كما يستكمل (سالم ، ١٩٩٩) دراسته السابقة ، بدراسة أخرى عن مناخ أحد أقاليم مصر من خلال بحث الأحوال المناخية لجنوب الصحراء الغربية. وقد بحث العناصر المناخية (درجة حرارة الهواء – التبخر – الرطوبة النسبية – الرياح سرعة واتجاهاً) مستخدماً ٦ محطات أرصاد جوية (١٩٧٠ – ١٩٩٨) ، وقام بتحليل بياناتها الشهرية والسنوية تحليلاً إحصائياً وكارتوجرافياً. وقد اقتصرت هذه الدراسة على بحث العواصف الرملية والترابية كأحد أهم الظواهر الجوية ذات الأثر الواضح في تشكيل ملامح مناخ جنوب صحراء مصر الغربية.

- ويستكمل أيضا (فايد، ١٩٩٦) الدراسة السابقة من خلال دراسته للخلفية المناخية للصحراء مع التطبيق على الصحاري المصرية. ويُعرف الباحث الصحراء على اعتبارها نظام نباتي مرتبط ببعض العناصر المناخية المؤثرة في توزيعه والمحددة لخصائصه. وقد حرص الباحث على دراسة عنصر المطر كأهم العناصر المناخية المحددة للبيئة الصحراوية وذلك من خلال بحث الكمية الشهرية والسنوية للأمطار – التباين المكاني للأمطار – ذبذبة الأمطار – عدد الأيام المطيرة – اتجاهات التغير في كميات الأمطار على الصحاري المصرية خلال الفترة المعاصرة. وقد انتهي الباحث إلى تصنيف الصحراء المصرية ضمن أشد صحراء العالم جفافاً.

- يقوم (Tolba, 1997) بتقدير بعض العناصر الجوية : درجة حرارة الهواء – الرطوبة النسبية – سرعة الرياح فوق بحيرة ناصر من خلال تحديد درجة مساهمتها في تحديد مستويات التبخر من البحيرة ، ومن ثم تأثيرها في منسوب المياه وخصائصها الكيميائية. وقد تمكن من تقدير هذه العناصر باستخدام محطتي للأرصاد الجوية ، أحداهما محطة عائمة فوق البحيرة ، والأخرى محطة شاطئية خلال الفترة ١٩٨٧ – ١٩٨٩. وقد انتهت هذه الدراسة إلى استنتاج نماذج إحصائية خطية تحقق دقة عالية في إمكانية التوصل إلى تقديرات لهذه العناصر الثلاث فوق بحيرة ناصر في أقصى جنوب مصر.

- قام (إسماعيل ، ١٩٦٩) بدراسة مناخ مدينة أسيوط كأحد المدن المصرية. وقد بحث عناصر المناخ في المدينة من درجة حرارة الهواء والرياح سرعة واتجاهاً مستخدماً البيانات الشهرية لمحطتي أسيوط والمنيا خلال الفترة ١٩٠٠ – ١٩٤٥. كما بحث خصائص التبخر والمطر والعلاقة بينهما. كما بحث خصائص الرطوبة النسبية خلال الفترة ١٩٢٦ – ١٩٤٥ وربطها بالمتوسطات الشهرية لدرجة حرارة الهواء وحلل العلاقة بينهما تحليلاً كارتوجرافياً مستخدماً المنحنيات المناخية. وقد انتهى إلى تصنيف

مناخ مدينة أسيوط على أنه مناخ حار جاف معظم شهور السنة وشديد القارية.

- قامت (هيئة الأرصاد الجوية السودانية ، ١٩٦٣) بتقديم تحليل شامل لخصائص العناصر الميترولوجية في مختلف محطات السودان منذ إنشاء هذه المحطات حتى عام ١٩٦٢. وتستعرض الدراسة مقدمة عن الظروف الطبيعية العامة للسودان ، الملامح الطبوغرافية لدول الجوار وحوض النيل ، وقد بحثت خصائص العناصر المناخية (الضغط الجوي والدورة العامة للرياح والكتل الهوائية السائدة في السودان في الفصول الأربعة - درجة حرارة الهواء - الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة - السحب وشروق الشمس - الرياح اليومية سرعة واتجاهاً - التساقط - قياسات التبخر). وتنتهي هذه الدراسة إلى بحث التوازن المائي في السودان وتقسيم السودان إلى أقاليم مناخية. كما تتناول هذه الدراسة بحث العواصف الرعدية بالسودان وتحليل خصائصها.

- يتناول (التوم ، ١٩٧٤) دراسة المميزات العامة لمناخ السودان من خلال بحث : الضغط الجوي والرياح السطحية والعليا - التوزيع العام للحرارة - طبيعية الأمطار ، توزيعها ، التغيرات الشهرية والسنوية لكمية الأمطار ، القيمة الفعلية للأمطار - العجز المائي. وقد اعتمد على بيانات محطات الأرصاد الجوية بالسودان وإن كانت قليلة في مجملها لا تكفي لتوضيح التباينات العديدة في مظاهر السطح وتأثيرها في خصائص درجة حرارة الهواء والمطر. وقد أغفلت هذه الدراسة بحث العديد من عناصر المناخ ، إذ يرى الباحث أن هذه الدراسة مجرد مقدمة لمناخ السودان. وقد انتهى الباحث إلى تقسيم السودان إلى أقاليم مناخية وفق تصنيف كوبن :

  - الإقليم الاستوائي (إقليم السفانا الاستوائية).
  - إقليم جاف شبه صحراوي حار.

- إقليم جاف صحراوي حار ،
- إقليم معتدل (الأجزاء الجنوبية لجبال البحر الأحمر).

ويستعرض الباحث طبيعة العلاقة بين المناخ والزراعة كأحد مجالات البحث في المناخ التطبيقي ، ويوصى إلى الاهتمام بهذا الفرع الجديد خاصة بحوث المناخ الزراعي. وقد اهتم الباحث بالتحليل الكارتوجرافي لخصائص العناصر المناخية في ٥٢ خريطة تعكس التباينات المكانية في خصائص العناصر المناخية بالسودان.

٢. دراسات في إحد العناصر المناخية :

٢-١ عنصر المطر :

♦ يتناول (Camerlin,1997) شذوذ الأمطار في منطقة منابع نهر النيل ومدى ارتباطها بالرياح الموسمية الهندية صيفاً. ويهدف إلى محاولة تحليل أسباب حدوث القحط في أثيوبيا والسودان خلال العقود الثلاثة الماضية. وقد اهتم الباحث بدراسة التباين الفصلي والسنوي في كمية المطر الصيفي (يوليو - أغسطس - سبتمبر) خلال الفترة ١٩٠١ - ١٩٨٨ مستخدماً في ذلك محطات الأرصاد الجوية التي تغطي المنطقة المحصورة ما بين ارتريا وبحيرة فيكتوريا. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدة نتائج منها :

- ترتبط الأمطار في كميتها الفصلية ودرجة الشذوذ والتفاوت في كميتها السنوية في منطقة منابع النيل الاستوائية بالرياح الموسمية التي تهب من سواحل الهند.
- يبدأ سقوط المطر في كينيا بعد فترة تتراوح بين ٢-٦ أيام من تمركز الضغط الجوي المنخفض على بومباي في الهند

- يعتبر اختلاف نشاط الرياح الموسمية فوق الهند واختلاف درجة شدتها هو المسبب الرئيسي للتباين في كمية المطر خلال شهور الصيف الثلاث (يوليو – أغسطس – سبتمبر) فوق مرتفعات شرق أفريقيا.

♦ تتناول منظمة الأرصاد العالمية WMO بالبحث خصائص الأمطار في شرق أفريقيا خلال الفترة ١٩٨٦ – ١٩٨٨ وتحليل أسباب تأرجح نصيب دول أثيوبيا وكينيا والسودان بين المطر والجفاف. وقد انتهت هذه الدراسية إلى العديد من النتائج ومن بينها :

- قد استقبلت أغلب أجزاء شرق أفريقيا كمية من الأمطار في حدود المعدل الطبيعي أو أكثر قليلاً خلال موسم المطر من مارس إلى مايو، ومن سبتمبر إلى نوفمبر خلال فترة الدراسة.
- قد تعرضت أجزاء من وسط وشمال شرق القارة وسواحلها الشرقية إلى فترة جفاف خلال شهور سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر سنة ١٩٨٧ بسبب سيادة الرياح الشمالية الشرقية ، وارتفاع درجة حرارة المياه السطحية للبحر العربي ، وتبع ذلك انخفاض قوة المرتفع الجوي دون المداري على البحر العربي ، مما أضعف الرياح الموسمية وشدتها على شرق أفريقيا.

♦ يتناول (طلبة ، ١٩٩٠) دراسة المطر في مصر دراسة تفصيلية يبحث فيها:

- العوامل المؤثرة على الأمطار وتوزيعها في مصر (الموقع الفلكي – الارتفاع – وأشكال الساحل واتجاهاته – توزيعات مراكز الضغط الجوي والكتل الهوائية – اتجاهات الرياح وسيادتها – السحب – الرطوبة النسبية).
- الانخفاضات الجوية (توزيع شهري وفصلي وسنوي – المسارات الرئيسية لها – أماكن تجديد وتولد الانخفاضات الجوية في البحر

المتوسط – انخفاضات قبرص الجوية – التيارات النفاثة – الظاهرات الطقسية المصاحبة).

- كمية المطر (الخصائص المناخية العامة للأمطار – التوزيع السنوي – التوزيع الفصلي والشهري – فصلية المطر)٠
- الأيام المطيرة (التوزيع الجغرافي السنوي – التوزيع الفصلي والشهري – احتمالية الأيام المطيرة – العلاقة بين كمية المطر وعدد الأيام المطيرة – تركز المطر).
- تغيرات المطر في مصر خلال الفترة المعاصرة (الخصائص العامة لتغيرات المطر – التغيرات السنوية والشهرية – اتجاهات التغير – أهم أسباب التغيرات في كمية المطر).
- القيمة الفعلية للأمطار [(معامل لانج – معامل ديمارتون – معامل امبيرجيه – جاكوبيه) – طاقة التبخر والنتح (معادلة ثورنثويت – معادلة ايفانوف)]

وقد اعتمد الباحث في هذه الدراسة على ٥٢ محطة أرصاد جوية خلال فترات زمنية متباينة تمثل فترات الرصد المتاحة ، وإن كانت قد امتدت إلى ٥٠ سنة في بعضها ، ولعل هذا ما يحمد لهذه الدراسة ويبعث الثقة في نتائجها ومن أهمها :

- يميل الاتجاه العام لكمية المطر إلى التذبذب نحو القلة خلال القرن العشرين.
- كان التوازن المائي سالباً في جميع أقاليم مصر باستثناء محطات الساحل الشمالي خلال شهر يناير فقط.
- إن منطقة الساحل الشمالي في مصر تقع ضمن النطاق الجاف وفق معيار لانج ، بينما منطقة الساحل الشمالي الغربي تقع ضمن المناخ شبه

الرطب وفق معيار ديمارتون.وإن محطة رفح في شمال شرق مصر تقع ضمن المناخ الرطب نسبياً.

♦ يتناول (Eissa,1996) دراسة كمية المطر السنوي في مدينة الإسكندرية على الساحل الشمالي المصري خلال الفترة ١٩٦٠ - ١٩٩٤ ، وتهدف هذه الدراسة إلى بحث التغير السنوي في كمية المطر الفصلية خلال فصول الخريف والشتاء والربيع وتغير كميتها خلال كل نوة. وقد استنتجت هذه الدراسة أن أطوال موجات التغير في كمية المطر السنوية ، وكمية المطر خريفاً ، وكمية المطر شتاء ، وكمية المطر ربيعاً قد بلغت ١٦ ، ١٦ ، ٨ ، ١٦ سنة على التوالي لكل منها.

♦ تهدف (حمادة ، إيملي ، ٢٠٠١) من دراسة خصائص المطر على ساحل مصر الشمالي إلى إبراز أهميته بالنسبة للأقليم من خلال بحث كميته الشهرية والفصلية والسنوية مستخدماً بيانات ١١ محطة أرصاد جوية خلال الفترة ١٩٦٨ - ١٩٩٧. وقد أهتم البحث بتحليل هذه البيانات تحليلاً كارتوجرافياً وإحصائياً لتحديد توزيع المطر، ودرجات تباينه ، ومعدلات انحرافه واختلافه عن المعدل ، وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج منها :

- يحظى الساحل الشمالي بنسبة ٦٩% من إجمالي المطر السنوي خلال شهور فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) ، مما يعني ارتفاع قيمتها الفعلية فينعكس ذلك إيجابياً في الزراعة البعلية ونمو النبات الطبيعي.
- تعتبر محطتا السلوم وبورسعيد أكثر محطات الساحل الشمالي المصري ندرة في المطر ، بينما تعتبر محطتا الدخيلة ورشيد من أغزرها مطراً.

♦ يتناول (Osman,1969) دراسة عنصر المطر في الإقليم الأوسط من السودان مستخدماً بيانات محطات الأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٥٧-

١٩٦٦. وقد بحث خصائص الضغط الجوي والرطوبة النسبية والرياح السطحية ونطاق التجمع بين المدارين ITCZ. وقد انتهت الدراسة إلى تحديد موسم المطر في السودان.إذ يمتد في الأجزاء الجنوبية من السودان ما بين شهري مايو وأكتوبر ، بينما ينحصر عند دائرة عرض ١٥ درجة شمالاً (عند مدينة الخرطوم تقريباً) في الفترة ما بين يوليو وأغسطس ، ولا تظهر فصلية واضحة للمطر إلى الشمال من الخرطوم.

- يبحث (Abdalla, Haroun, 1982) توزيع المطر في منطقة جنينة غرب السودان حول دائرة عرض ١٤ درجة شمالاً تقريباً على الحدود السودانية التشادية. وقد اختار الباحث هذه المنطقة لأنها تتعرض لبعض سنوات الجفاف الشديد لتأثرها بالموجات الحارة التي تتولد فوق الصحراء الكبرى المتاخمة ، بينما تتعرض في سنوات أخرى إلى أمطار فجائية وغزيرة. ويوصى البحث بإنشاء أكثر من محطة أرصاد جوية مع الاهتمام بعنصر المطر لتوفير قاعدة معلوماتية تفيد في حسن إدارة وتوجيه الموارد المائية في هذه المنطقة في العملية الزراعية غربي السودان.

- يتناول (Gado,1990) التوزيع الزمني والمكاني للمطر في وسط السودان فيما بين دائرتي عرض ١١ – ١٦ درجة شمالاً. وقام الباحث بتحليل بيانات ١٠ محطات أرصاد جوية لمدة ٣٠ عاماً. وقد استخدم التحليل الإحصائي والكارتوجرافي لإبراز الاختلاف السنوي في كمية المطر ومدى تأثره بعامل الارتفاع والموقع الفلكي. وقد انتهى إلى أن زيادة معامل تذبذب المطر بالاتجاه شمالاً وأن هذا التذبذب يرتبط بعلاقة قوية مع تناقص.كمية المطر السنوي.

- يبحث (Mohamed, Bedr Eldin, 1992) التباين في قمة شهور المطر على مدينة الخرطوم بالسودان من خلال تحليل التباين اليومي في كميته خلال شهور المطر من يوليو إلى سبتمبر خلال الفترة ١٩٦٦ – ١٩٧٥. وقد

اعتمد في ذلك على دراسة كمية بخار الماء في طبقة التروبوسفير على ارتفاعات مختلفة وعلاقة ذلك بكمية المطر في كل شهر خلال مواسم المطر المختلفة خلال سنوات الدراسة وقد استنتج أن:

- كمية الأمطار الشهرية ترتبط بعلاقة طردية واضحة مع محتوى طبقة التروبوسفير من بخار الماء.
- كمية بخار الماء في طبقة التربوسفير تصل حدودها القصوى خلال شهر أغسطس الذي يمثل قمة المطر الفصلي.
- كمية بخار الماء في طبقة التروبوسفير تزيد مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر لتصل حدودها القصوى في الطبقة المتوسطة من التربوسفير.

♦ يتناول (Abubakar,1993) تحليل خصائص المطر في كسلا (شرق السودان على حدودها مع ارتريا إلى الشمال من دائرة عرض ١٥ درجة شمالاً) مستخدماً بيانات الأمطار في محطة كسلا للأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٠٧ - ١٩٩٢ (٨٦سنة). وقد استخدم الباحث بعض البرامج الإحصائية منها INSTAT وبرنامج FAOMET بهدف تحديد احتمالات سقوط كمية معينة من الأمطار ، وتقدير التبخر نتح ، ومن ثم تحديد التوازن المائي من خلال تحديد الكميات المكتسبة والمفقودة فصلياً وسنوياً لما له من أهمية قصوى في منطقة كسلا الزراعية.

♦ يتناول (Alrayah,1997) احتمالات سقوط المطر في منطقة نيالا (غرب السودان تقع على دائرة عرض ١٣ درجة شمالاً تقريباً) معتمداً على بيانات المطر خلال الفترة ١٩٢٠ - ١٩٩٠. وقد أهتم الباحث بتطبيق العديد من المعادلات الإحصائية لتقدير احتمالية سقوط المطر ، ومدى كفايته للزراعة في المنطقة. وقد استخدم التحليل الكارتوجرافي لتوضيح الاختلافات المكانية (الشهرية – الفصلية – السنوية) في نظام المطر وموسمه وكمياته المحتملة.

٢-٢ عنصر درجة حرارة الهواء :

♦ يتناول (King' uyu,2000) دراسة الاتجاهات الحديثة في بحث خصائص درجة الحرارة الصغرى والعظمى لطبقة الهواء السطحية فوق شرقي أفريقيا. ويعتمد الباحث على استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والعديد من الأساليب الإحصائية في تحليل بيانات ٧١ محطة أرصاد جوية تغطي شرقي أفريقيا خلال الفترة ١٩٣٩ – ١٩٩٢. وقد أهتم بدراسة ملامح الشذوذ الحراري في الأنظمة الرئيسية التي تتحكم في مناخ المنطقة وتتضمن ظاهرة النينو ، والتذبذبات الحرارية الحولية أو الموسمية في درجة حرارة الطبقة السطحية للهواء ، وموجات الإشعاع الطويلة بواسطة تيارات الحمل الصاعدة. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج ومن أهمها:

- ظهر الدفء نهاراً والبرودة ليلاً في الأجزاء الشمالية خاصة الساحلية ، وكذلك مناطق البحيرات في السنوات الحديثة.
- ارتبطت أبرز الاختلافات الحديثة في درجة حرارة الطبقة السطحية من الهواء بشكل أساسي بظاهرة النينو والغيوم ، فضلاً عن وضوح تأثير كمية التساقط.

♦ يتناول (علي ، سنة ١٩٩٢) التباين المكاني والزماني لدرجة حرارة الهواء في مصر من خلال بحث :

- العوامل التي تتحكم في توزيع درجة الحرارة مكانياً وزمانياً (موقع مصر الفلكي -- طبوغرافية الأرض – تأثير المسطحات المائية – توزيعات الضغط الجوى والجبهات الهوائية شبة الثابتة والكتل الهوائية في فصول السنة).
- دراسة تفصيلية للتباين المكاني والزماني لدرجات الحرارة في مصر (متوسط النهاية العظمى – متوسط النهاية الصغرى – المتوسط اليومي

– المدى الحراري – المتوسط الشهري – المتوسط الفصلي – المتوسط السنوي).

- العلاقة بين المتوسط الشهري لأهم العناصر المناخية – درجة حرارة الهواء –(العلاقة الارتباطية لدرجة الحرارة مع الرطوبة النسبية والتبخر وسرعة الرياح – الانحراف المعياري – معامل الاختلاف).
- وقد انتهى الباحث إلى تقسيم مصر إلى أربعة أقاليم حراريه ، أقلها حرارة الإقليم الشمالي حتى دائرة عرض ٢٩ درجة عرض شمالاً ، وأشدها حرارة إقليم الصحراء الغربية الذي يغطي ٣/٢ مساحة مصر.

♦ يتناول (Fouli,1999) دراسة التغيرات الحرارية داخل المدن لتحديد خصائص الجزيرة الحرارية في منطقة القاهرة الكبرى. وقد قام الباحث بتحليل درجة حرارة الهواء الصغرى والعظمى ، والمتوسط اليومي ، مستخدماً ٦ محطات أرصاد جوية [(وسط القاهرة – ألماظة – الجيزة (مناطق حضرية) ، مطار القاهرة – بهتيم – غرب القاهرة (مناطق شبه حضرية)]. ويهدف البحث إلى التحقق من تأثير درجة التحضر والكثافة السكانية في التغير طويل المدى في هذه المحطات خلال الفترة ١٩٥١ – ١٩٩٠. وقد انتهت هذه الدراسة إلى :

- قد ارتبط ارتفاع معدل درجة الحرارة الصغرى بعلاقة طردية مع ارتفاع الكثافة السكانية وزيادة درجة التحضر.
- قد بلغت أكبر قيمة لدرجة الحرارة العظمى لشدة الجزيرة الحرارية ٥ درجات مئوية، بينما أقل قيمة بلغت ١,٥ درجة مئوية في محطة مطار القاهرة كنموذج للمناطق شبه الحضرية.

♦ يبحث (شرف ، ١٩٩٩) فكرة الجزيرة الحرارية كما في الدراسة السابقة ولكن مع التطبيق على مدينة الإسكندرية. إذ يتناول الباحث درجة حرارة الهواء في مدينة الإسكندرية كأحد أهم عناصر المناخ الحضري. وقد

اعتمد على بيانات ٣ محطات أرصاد جوية تتوزع في مدينة الإسكندرية ، بالإضافة إلى قياساته الميدانية لدرجة الحرارة - بأجهزته الخاصة - على محاور متعددة بالمدينة. ويهدف هذا البحث إلى توضيح وتحليل الفروقات الحرارية داخل مدينة الإسكندرية ليلاً ونهاراً. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدة نتائج منها :

- تظهر ثلاث جزر حرارية في مناطق محطة مصر (كوم الشقافة - الطويجية - باكوس) حيث تتمثل أعلى درجات الحرارة نهاراً وقد بلغت فيها : ٣٠,٥ و ٣٠ و٢٩ درجة مئوية لكل منها على التوالي. وتقع هذه الجزر الحرارية الثلاث في أعلى نطاقات الإسكندرية من حيث الكثافة السكانية وكثافة المباني.
- ترتفع درجة الحرارة أثناء الليل في المناطق الساحلية ، وتنخفض تدريجيا بالاتجاه صوب الجنوب بعيداً عن خط الساحل لتصل أدناها عند الأطراف الجنوبية.

• يتناول (يوسف ، ٢٠٠٠) التباين المناخي على ثلاث محاور طولية : ساحل البحر الأحمر - وادي النيل - الصحراء الغربية في مصر. وقد بحث العناصر المناخية للتباين (درجة حرارة الهواء- الإشعاع الشمسي - الرطوبة الجوية - الضغط الجوي - سرعة الرياح) من خلال تحليل بيانات الأرصاد الجوية للفترة الزمنية ١٩٦١ - ١٩٩٠ وقد استخدم ٤ محطات و٦ محطات و٤ محطات أرصاد جوية للمحاور الثلاثة على التوالي. ولتوضيح أبعاد ودرجات التباين المناخي على المحاور الثلاثة ، ناقش البحث العناصر التالية :

- الخصائص الطبيعية للمحاور مجال الدراسة.
- تحليل العناصر المناخية على طول كل محور وما يناظره.
- أثر المناخ في راحة الإنسان على امتداد المحاور الثلاثة.

وقد انتهت الدراسة إلى عدد من النتائج من بينها تقسيم مصر إلى أربعة محاور مناخية هي المحاور الثلاثة الطولية - محل هذه الدراسة - بالإضافة إلى محور عرضي في الشمال على طول سواحل البحر المتوسط.

٣-٢ عنصر الإشعاع الشمسي :

♦ يتناول (Adem,1971) دراسة العلاقة بين الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي بهدف بحث التوازن الإشعاعي في أرض الجزيرة بالسودان. وقد اعتمد في دراسته على معدلات بيانات الإشعاع الشمسي لفترة زمنية طويلة ، بالإضافة إلى إجراء دراسة تطبيقية على الإشعاع الأرضي في محطة ودمدني في شرق أرض الجزيرة خلال الفترة من سبتمبر سنة ١٩٧٠ إلى يناير سنة ١٩٧١ تحت ظروف متباينة : صفاء السماء تماماً وخلوها من السحب في أراضي مزروعة بالقطن ، أراضي تغطيها الحشائش ، أراضي جرداء. وقد استهدف من هذه الدراسة التطبيقية تحديد معامل البرودة مع الارتفاع عن سطح الأرض تحت تأثير تلك الظروف المختلفة لشكل سطح الأرض.

♦ يتناول (E EL-Hussainy,1986) بعض أوجه الإشعاع الشمسي في مصر بهدف محاولة استغلال الطاقة الشمسية كأحد بدائل الطاقة التقليدية غير المتجددة من خلال تحديد خصائص الإشعاع الشمسي. وقد أهتم الباحث بدراسة سطوع الشمس زمانياً وجغرافياً والعوامل المؤثرة فيه (شفافية أو عكارة الغلاف الجوي - التركيب الطيفي للإشعاع الشمسي). وقد اعتمد الباحث على بيانات محطات الأرصاد الجوية في القاهرة الكبرى - كنموذج تطبيقي - خلال الفترة ١٩٧٥ - ١٩٧٩ لتحليل خصائص الإشعاع الشمسي العام والمشتت في مصر بصفة عامة وفي القاهرة بصفة خاصة. وقد عقد مقارنة بين كمية إشعاع القبة السماوية (الإشعاع الكلي الساقط) في القاهرة كمنطقة حضرية ، وبين مثيله في محطة بهتيم كمنطقة ريفية خلال الفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٢. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج من بينها :

- أقل درجة شفافية للغلاف الجوي كانت في مدينة القاهرة نتيجة لتلوث الهواء.
- وجود علاقة ارتداد طردية بين معامل العكارة وبين نسبة إشعاع السماء المشتت إلى الإشعاع الكلي الساقط (إشعاع القبة السماوية).
- أدى ارتفاع التلوث في هواء مدينة القاهرة إلى انخفاض نسبة الأشعة الحمراء مقارنة بمثيلتها في محطة بهتيم.

♦ يعرض الباحثان (EL-Hussainy & Tolba, 1996) بعض ملامح معامل الانعكاس في محطة بهتيم بمصر من أراضي مغطاة بالحشائش القصيرة خلال الفترة ما بين ٧ مارس سنة ١٩٨٩ و ٣١ سبتمبر سنة ١٩٩١. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج ، لعل من أهمها :

- يرتفع الألبيدو الشهري خلال فصل الربيع ، وينخفض خلال فصل الصيف.
- ينخفض الألبيدو اليومي خلال فترة الرمال المثارة ، وكذلك بعد المطر أو الري أو قص الحشائش. ويرتفع الألبيدو اليومي خلال زيادة نسبة الخضرة.

♦ يتناول (مندور ، ٢٠٠٠) دراسة الإشعاع الشمسي في مصر. وتعتبر هذه الدراسة أول دراسة جغرافية في الإشعاع الشمسي ذلك العنصر الذي غالباً ما يجد اهتماماً أكبر من الميترولوجيين والزراعيين ، بينما يكاد ينحصر اهتمام الجغرافي بانعكاسات الإشعاع الشمسي وتأثيره المباشر وغير المباشر في عناصر المناخ الأخرى ومنها درجة حرارة الهواء والضغط الجوي. وتتناول هذه الدراسة الجغرافية الإشعاع الشمسي من خلال بحث العناصر التالية :

- العوامل المؤثرة على مقدار وتوزيع الإشعاع الشمسي في مصر (الموقع الفلكي والجغرافي – كمية السحب وتوزيعها الفصلي – مكونات الغلاف الجوي – توزيع الضغط الجوي والكتل الهوائية – طبيعة سطح الأرض والألبيدو).
- توزيع الإشعاع الشمسي في مصر (التوزيع الزماني والمكاني لكمية الإشعاع الشمسي الكلي شهرياً وفصلياً وسنوياً – التوزيع النطاقي لكمية الإشعاع الشمسي – مقارنة كمية الإشعاع الشمسي الكلي في مصر وأجزاء من العالم).
- التوزيع اليومي لكمية الإشعاع الشمسي الكلي خلال شهور السنة (أكبر وأدنى كمية إشعاع شمسي يومي على مدار شهور السنة – الخريطة الإشعاعية اليومية لمصر)
- العلاقة بين الإشعاع الشمسي والعناصر المناخية (درجة حرارة الهواء – التبخر – الرطوبة النسبية – الضغط الجوي).
- تطبيقات استخدام الإشعاع الشمسي في مصر (الاستخدامات الحالية والمستقبلية).
- أثر الإشعاع الشمسي على بعض الجوانب الجغرافية في جنوب مصر (الجوانب البشرية : الزراعة – السياحة – الإنسان – المسكن ، والجوانب الطبيعية : الجيومورفولوجيا – التربة – النبات الطبيعي).

وقد اعتمدت هذه الدراسة على بيانات ١٧ محطة أرصاد جوية موزعة في مصر خلال الفترة ١٩٣٠ – ١٩٩٥ ، فضلاً عن بيانات ١٠ محطات خاصة برصد الإشعاع الشمسي خلال الفترة ١٩٨٠ – ١٩٩٦ ، و٤ محطات لرصد الجسيمات الصلبة العالقة والدخان في القاهرة والجيزة والغربية وأسوان خلال الفترة ١٩٩٥ – ١٩٩٩.

٢-٤ عنصر الرياح سرعة واتجاهاً :

♦ يتناول الباحثون (Asrag & others,2000) g ملامح وخصائص الرياح على مصر مستخدماً البيانات الساعية لسرعة الرياح خلال الفترة ١٩٨١ - ١٩٩٥ في ٢٥ محطة أرصاد سطحية باستخدام نموذج WASP. ويهدف هذا البحث إلى إجراء حسابات على الطاقة المتوقعة من سرعة الرياح على مصر. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج منها :

- تتراوح سرعة الرياح في مصر ما بين ٢,٠ - ٧,٥م/ث.
- تتميز بور سعيد والغردقة ورأس بناس ومنطقة بحيرة ناصر بارتفاع سرعة الرياح ، مما يجعلها مناطق واعدة بتوليد الطاقة النظيفة من الرياح.
- تبلغ الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من الرياح٣١١٤ وات/م٢ فوق منطقة رأس بناس والساحل الجنوبي من البحر الأحمر.

♦ يهدف البحث الذي قام به الباحثان (Sayed & Abd El- Wahb, 2002) إلى إظهار بعض الخواص الإحصائية لسرعة الرياح في ٦ محطات على ساحل البحر المتوسط في مصر (السلوم - مرسى مطروح - الإسكندرية- بلطيم - بور سعيد) مستخدماً المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لسرعة الرياح خلال الفترة١٩٨١- ١٩٩٥ وقد انتهى هذا البحث إلى بعض النتائج منها :

- ترتبط السرعة الفصلية للرياح على محطات البحر المتوسط بدرجة كبيرة بالمؤثرات البحرية نتيجة لدورة أعاصير البحر المتوسط.
- يرجع انخفاض سرعة الرياح في بعض المحطات إلى تأثير المدن والمناطق الحضرية.

♦ يتناول (Salem, 1999) دراسة الطاقة المحتملة للرياح على مصر من خلال تحليل بيانات سرعة الرياح في ٢١ محطة أرصاد جوية موزعة في ثلاثة نطاقات (نطاق البحر المتوسط (٧ محطات) - نطاق البحر الأحمر (٦ محطات) نطاق المناطق الداخلية (٨ محطات) لمدة ١٠ سنوات. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج منها :

- يعتبر ارتفاع سرعة الرياح في مصر مؤشراً واعداً على إمكانية استخدام أنظمة الرياح خاصة في منطقتي البحر الأحمر والبحر المتوسط حيث يمثلان معاً أقوى مناطق مصر نشاطاً للرياح.
- إمكانية استغلال طاقة الرياح في توليد الكهرباء (على اعتبار أن ذلك يتطلب سرعة تتراوح بين ٥ - ٦ م/ث) تُعد ممكنة وفق التوزيع التالي :

  - منطقة البحر المتوسط : سيدي براني - مرسى مطروح - الضبعة - بور سعيد.
  - منطقة البحر الأحمر : الغردقة - رأس بناس.
  - المناطق الداخلية : وادي النطرون - بني سويف.

- إمكانية استغلال طاقة الرياح في المحطات الأخرى في عمليات الضخ الهيدروليكي للمياه ، وفي أغراض الأرصاد الجوية ، وفي أغراض المعمار وغيرها.

♦ يتناول (Abdin,1970) دراسة الحركة الرأسية للرياح في مناطق إلتقاء الرياح عند منطقة الرهو الاستوائي. وقد استخدم الباحث المنهج التطبيقي لتطوير المعادلات المستخدمة في دراسة الرياح الجيوستروفية في قطاعات التقاء الكتل الهوائية خاصة المعادلة التي استخدمها Eliassen,A.,1962 من قبل. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدة نتائج أهمها :

- أن تأثير سطح الأرض خاصة عامل الاحتكاك ، من أهم العوامل المؤثرة في الدورة الرأسية للرياح في المناطق الأستوائية.
- يؤثر الانحدار الحراري في التيارات الصاعدة والهابطة على طول سطح الجبهة.

عنصر التبخر :

♦ يتناول (El-seed,1968) دراسة خصائص عنصر التبخر لما له من أهمية خاصة في السودان ، وتحديداً في شمال السودان حيث الأراضي الجافة وشبه الجافة. وقد قام الباحث بقياس التبخر مستخدماً مقياس بيتش ، واستخدم A-Pan في تقدير التبخر ، وقدر التبخر نتح المحتمل Potentail Evapotranspiration.وقد انتهت هذه الدراسة إلى أن التبخر في أغلب أجزاء السودان يزيد عن كمية المطر السنوي وكذلك كمية المطر الفصلي. وهكذا فإن الموازنة المائية في السودان سالبة ، مما ينعكس سلباً على مصادر المياه المتاحة للاستفادة منها في الزراعة والاستخدامات البشرية الأخرى

♦ قد حاول (Abdalla, Haroun,1992) الوصول إلى نماذج إحصائية ورياضية يمكن من خلالها تقدير التبخر من سطح البحيرات المكشوفة في الأراضي السودانية. وقد توصل إلى أكثر من معادلة تعتمد على استخدام درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح كعوامل مناخية مؤثرة في تقدير كمية التبخر ، فضلاً عن درجة ملوحة مياه البحيرات في المناطق المدارية السودانية.

♦ يتناول (El-Hessy, 1996) دراسة العلاقة بين الأرصاد الجوية وإدارة المياه. ويهدف هذا البحث إلى قياس التبخر من سطح بحيرة قارون وبحيرات وادي الريان في محافظة الفيوم في مصر. وقد اعتمد على قياس التبخر خلال الفترة ١٩٧١ – ١٩٨٣ من مجموعة من أحواض مختلفة المقاسات.

وقام بإنشاء حوض ١٢ متر × ١٢ متر ممثلاً لبحيرة قارون ، واستخدم مقدار التبخر من سطحه لتقدير معامل التبخر من باقي الأحواض. وقد انتهت الدراسة إلى بعض النتائج منها :

- يتراوح المتوسط الشهري للتبخر من البحيرة ما بين..٢٠٠سم/يوم خلال شهري يناير وفبراير كحد أدنى ، ويبلغ..٧٧ سم/يوم خلال شهر أغسطس كحد أقصى.
- تتراوح معاملات التبخر من وعاء التبخر القياس المملوء بالماء المالح من البحيرة ما بين..٤٣ –..٧٢
- هذا ويوصي البحث بضرورة تحديد كميات مياه الصرف الواجب مراعاتها حتى لا تزيد فتسبب غرقاً للأراضي المجاورة ، أو تقل فتؤثر على الثروة السمكية في بحيرة قارون

٣. دراسات في إحد الظواهر الجوية :

٣-١ ظاهرة العواصف الرعدية :

◆ استخدم الباحث (Abdalla, El-Khedir, 1969) معيار ثبات شولترز Showalters Stability Index لدراسة العواصف الرعدية والتنبؤ بنشأتها وتكون سحب المزن الركامى في السودان. وقد اعتمد في دراسته لهذه الظاهرة شائعة التكرار في السودان على تحليل الضغط الجوي ودرجة حرارة نقطة الندي. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج من بينها :

يرتبط حدوث العواصف الرعدية بالسودان بظروف طقسية خاصة هي :

- الضغط الجوي ٧٠٠ ملليبار.
- درجة حرارة نقطة الندى أعلي من – ١ درجة مئوية.
- معامل ثبات شولترز أقل من ٢ درجة مئوية.
- منطقة التجمع بين المدارى ITCZ شمال الخرطوم.

- ترتفع احتمالية تكون سحب المزن الركامي وحدوث العواصف الرعدية حينما يتراوح شولترز ما بين – ٦ و ٢ درجة مئوية.
- ترتفع احتمالية تكرار الأيام التي تتكون فيها سحب المزن الركامي المصبحوية بالرعد حينما يكون معيار ثبات شولترز ما بين – ٣ و ١ درجة مئوية.

♦ قام الباحث (Bakhiet, 1990) بدراسة العواصف الرعدية في وسط السودان فيما بين دائرتي عرض ١٠ – ١٥ درجة شمالاً ، مستخدماً ٩ محطات أرصاد جوية الفترة ١٩٧١ – ١٩٨٠. وقد حدد ثلاثة أيام : ٢٠/٧/١٩٧٩ ، ١٦/٨/١٩٨٠ ، ٢٦/٩/١٩٨٠ على اعتبارها أكثر أيام تكرار العواصف الرعدية خلال مدة الدراسة. وقد انتهت هذه الدراسة إلى :

- يحدث أقصي نشاط رعدي حينما تتوغل I T D لتصل حدها الأقصى عند مدينة دنقلة على دائرة عرض ١٩ درجة شمالاً تقريباً على مجري نهر النيل في الأراضي السودانية.
- يبدو تأثير عامل الطبوغرافية أكثر وضوحاً عند محطة جنينة في نطاق المرتفعات السودانية الغربية على الحدود التشادية.

♦ يبحث (Abdalla Khyar, 1994) في العوامل الحرارية والديناميكية المؤثرة في العواصف الرعدية من خلال دراسة الدورة العامة للغلاف الجوي. وقام الباحث بتحليل الخصائص العامة والإحصائية لتكرار حدوث العواصف الرعدية على الخرطوم وقد انتهي إلى وضع نموذج إحصائي للتنبؤ قصير المدى لحدوث العواصف الرعدية وكمية الأمطار الرعدية على الخرطوم بالسودان.

♦ يتناول (Sulieman, 1996) الخصائص الزمنية للعواصف الرعدية بهدف تحديد فترات تكرارها لمالها من تأثير قد يكون خطيراً على المزروعات وآمان السودانيين. وقد اعتمد الباحث على التحليل الإحصائي

لتكرارية حدوث العواصف الرعدية سواء دورتها السنوية أو تباينها اليومي في محطات الدمازين وملكال والفاشر خلال الفترة ١٩٧١ - ١٩٨٠. وقد انتهت هذه الدراسة إلى :

- تمتد الفترة الرئيسية لتكرار حدوث العواصف الرعدية لشهور يوليو وأغسطس وسبتمبر ، إذ تستأثر بما نسبته ٧٤% و٥٢% و٧٣% من جملة عدد العواصف الرعدية السنوية في محطات ملكال والدمازين والفاشر على التوالي.
- تمتد الدورة اليومية لحدوث العواصف الرعدية ما بين ساعة إلى ساعتين في محطتي ملكال والدمازيين ، بينما لا تتجاوز ساعة واحدة يومياً أو أقل في محطة الفاشر.

◆ يدرس (El-Menshawy, 1987) حالات عدم الاستقرار وعلاقتها بالعواصف الرعدية في مصر. وقد تناول الباحث الظاهرة من الجوانب التالية :

- تكون السحب الرعدية في أثناء حالات عدم الاستقرار.
- معاملات التنبؤ بالعواصف الرعدية من خلال بحث معدل التغيير الذاتي لدرجات حرارة الهواء مع الارتفاع عن سطح البحر ، وكمية بخار الماء الموجودة بالهواء. فضلاً عن مناقشة كمية الطاقة المصاحبة واللازمة لحدوث العواصف الرعدية.
- العلاقة بين العواصف الرعدية وكمية الأمطار من خلال بحث أبعاد العلاقة التأثيرية بين محتوى الهواء من بخار الماء في طبقات الجو العليا ، وبين نقطة الندى على سطح الأرض. وبحث أيضاً العلاقة بين كمية بخار الماء في الهواء وتكون سحب المزن الركامي من ناحية ، وبينهما وبين إمكانية حدوث العواصف الرعدية من ناحية أخري.

- استخدم صور الأقمار الصناعية في التنبؤ بالعواصف الرعدية وتحليلها والاستفادة منها في دراسة السحب وكيفية تطورها في الربيع والخريف بهدف التنبؤ بحالات عدم الاستقرار ، ومن ثم العواصف الرعدية.

♦ يهدف الباحث (سالم ، ١٩٩٩) من دراسته للعواصف الرعدية وأثارها على الأنشطة البشرية في مصر إلى التعريف بهذه الظاهرة الجوية ، والوقوف على درجة تأثيرها في مختلف الأنشطة البشرية. وتتناول هذه الدراسة بحث العناصر التالية :

- التعريف بالعاصفة الرعدية وأسباب نشأتها (المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية المصاحبة – حالات عدم الاستقرار).
- التوزيع الشهري والفصلي والسنوي للظاهرة من خلال تحليل بيانات ٢٦ محطة أرصاد جوية – موزعة على مصر – خلال الفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٨.
- أثر العواصف الرعدية على مظاهر النشاط البشري (الزراعة – الصناعة – النقل والموصلات – العمران – الصحة).

<u>وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج ، نذكر منها :</u>

- ترتبط العواصف الرعدية الشتوية على المناطق الشمالية والدلتا حتى دائرة عرض ٢٨ درجة شمالاً بالمنخفضات الجوية السطحية.
- ترتبط العواصف الرعدية في الاعتدالين على جنوب سيناء وسواحل البحر الأحمر وجنوب مصر بالمنخفضات الجوية العلوية وكذلك حركة المنخفض السوداني الموسمي شمالاً.
- يشيع تكرار العواصف الرعدية على سواحل البحر المتوسط ما بين الدخيلة غرباً وبورسعيد شرقاً بسبب تعامد مساراتها والرياح المصاحبة لها على خط الساحل.

- وقد أوصت هذه الدراسة بأهمية التنبؤات الجوية بهذه الظاهرة لتفادي آثارها السلبية في مختلف الأنشطة البشرية.

٣-٢ المنخفضات الجوية :

- يتناول (El-sabbayh, 1964) دراسة المنخفضات الجوية الصحراوية في الشرق الأوسط من حيث تكونها وتعمقها وامتلائها. ويهدف الباحث إلى تفسير نشأة وتكون المنخفضات الصحراوية والعواصف الرملية المصاحبة لها ومدى خطورتها على الملاحة الجوية وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدد من نتائج ، يذكر منها :

- يزيد عدد المنخفضات الصحراوية حينما تزيد العواصف الرملية الساخنة ربيعاً ، بينما يقل عددها مع ضعف العواصف الترابية خريفاً.
- يضعف تأثير العواصف الترابية الشتوية في تكوين المنخفضات الصحراوية بسبب انخفاض درجة حرارة سطح الأرض ، ومن ثم انخفاض الطاقة الحرارية المنقولة من ذرات الأتربة المثارة إلى الهواء.
- تنعدم المنخفضات الصحراوية صيفاً بسبب سيادة حالة استقرار الهواء.
- تؤدى الطاقة الحرارية التي تمنحها ذرات الأتربة إلى طبقات الجو السفلي في أيام العواصف الترابية إلى زيادة سرعة الرياح السطحية ، فيزيد النشاط المصاحب للمنخفض الجوي.

- تدرس (Morsy, Fawzia, 1981) تأثير الصحراء الأفريقية الكبرى على تولد المنخفضات الجوية. وقد اعتمد البحث على بيانات الضغط الجوي في محطات الأرصاد الجوية خلال ١٩٧٩ كنموذج تطبيقي للسنوات الأخرى. وقد استعان البحث بخرائط توزيع صافي الإشعاع الشمسي ، وخرائط الضغط الجوي السطحية والعلوية (٥٠٠ ملليبار) ، فضلاً عن الخرائط العددية لحركة

الهواء الرأسية على مستوي ٥٠٠ ملليبار (من الهيئة العامة للأرصاد الجوية في القاهرة). وقد انتهت هذه الدراسة إلى:

- توجد ثلاث مراكز لتسخين الهواء فوق الصحراء الكبرى الأفريقية في قطاعها الغربي ، وهي التي تلعب الدور الرئيسي في تشكيل أخاديد الضغط المنخفض والمنخفضات الصحراوية.
- يمتد نطاق الضغط المرتفع فوق القطاعين الأوسط والشرقي من الصحراء الأفريقية شتاءً حتى مستوى ٥٠٠ ملليبار ، فيشكل عقبة في سبيل حركة المنخفض الجوى المسيطر على القطاع الغربي منها. ويتبع ذلك بقاء المنخفض الجوى في موقعه، أو تحركه في اتجاه الشمال الشرقي صوب وسط البحر المتوسط.
- يصاحب مرور المنخفضات الصحراوية ربيعاً رياح ساخنة وعواصف رملية يطلق عليها في مصر المنخفضات الخماسينية.

♦ يبحث (Zohdy, 1989) الارتباط الهامشي بين التعكير في المناطق المدارية في شمال أفريقيا ، وبين منخفضات البحر المتوسط. وقد انتهت هذه الدراسة إلى أن حدوث التقاء بين كتلة الهواء من العروض المدارية مع كتلة الهواء في العروض المدارية يؤدى إلى تكون سحب فوق البحر المتوسط. وتتحرك هذه السحب من البحر المتوسط صوب النطاق المدارى في أثناء حدوث اعاصير البحر المتوسط.

٣-٣ العواصف الرملية :

♦ يبحث (Ali, 1994) في الأحوال الخماسينية في مصر بهدف تحديد خصائص الطقس الخماسيني ومحاولة تحديد مسارات المنخفضات الخماسينية.ويستعرض الباحث المفاهيم الجغرافية للرياح الخماسينية ومسمياتها في دول شمال الصحراء الكبرى الأفريقية. ويقارن بين المنخفضات الخماسينية وفترات حدوثها في مصر ، وبين المنخفضات

الصحراوية التي غالباً ما تتشكل جنوب جبال أطلس. وقد قام الباحث بالتحليل الإحصائي للبيانات اليومية لمحطات الأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٧٠ – ١٩٧٣. وقد انتهي البحث إلى أن ٧٠% من جملة هذه المنخفضات تحدث خلال شهري فبراير ومارس خلال فترة الدراسة. وقد أهتم البحث بتحليل خصائص درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية خلال فترات الطقس الخماسيني. وقد أجري الباحث دراسة تطبيقية على النوبات الحارة خلال الفترة ١٩٦٠ – ١٩٧٤ في محطتي الإسكندرية والجيزة ، وقد قسمها إلى ثلاثة أنواع وفقاً لارتفاع درجة الحرارة المصاحبة لها.

- يقارن (Faramawi, 1996) بين العواصف الرملية الشتوية والعواصف الرملية الربيعية في مصر. وقد حدد الأولي في كونها ترتبط برياح باردة شديدة السرعة وتتكرر مرة واحدة كل سنتين ، بينما الثانية في كونها ظاهرة شائعة التكرار ما بين ٤ – ٥ مرات سنوياً ، وتكون مصحوبة برياح حارة شديدة السرعة وجافة. وقد اعتمد الباحث على استخدام نموذج NWP لدراسة الحركة الرأسية للرياح. وقد أثبت هذا النموذج حدوث سيناريو غريب للظروف الجوية التي تؤدى إلى حدوث العواصف الرملية الشتوية النادرة. وتتلخص هذه الظروف في أن هبوط كتلة هوائية يمكن أن تؤدى إلى هبوب العاصفة الرملية ، إذ أن الهواء البارد يهبط اضطرارياً بسبب إحاطته بهواء صاعد بشدة ، ويكون مصاحباً لمنخفض جوى يغطي شرق البحر المتوسط وصحراء شرق وشمال غرب البحر الأحمر.

٣-٤ ظاهرة النينو واللانينا:

- يقدم (موسى ، ٢٠٠٠) دراسة تفصيلية لظاهرات النينو والنينا والاينسو وهي في مجملها مرتبطة بدرجة حرارة المياه السطحية في المحيطات. ويتناول في هذه الدراسة العناصر التالية :

- التيارات المحيطية (أهميتها – حركاتها).

- المفاهيم الأساسية (النينو – الأينسو – النينا).
- آلية تشكل النينو وأماكن ترددها،
- الآثار العامة للنينو (الآثار المناخية – الرياح – تشكيل العواصف والأعاصير – تغير درجة حرارة الهواء – كمية التساقط)
- وتنتهي هذه الدراسة بشرح تفصيلي لأهم الأحداث المناخية التي ارتبطت بظاهرة النينو ١٩٨٢ – ١٩٨٣ و١٩٩٧ – ١٩٩٨.

♦ يتناول (Fadi, 1996) بحث ظاهرة الاينسو El-Enso وعلاقتها بالأمطار في السودان. ويشرح الفرق بين الاينسو [ظاهرة إقليمية منعزلة تحدث في جنوب المحيط الهادي الاستوائي ما بين دائرتي عرض ١٠ – ٢٠ درجة جنوباً ، وخطي طول ١٥٠ درجة غرباً إلى ١٣٠ درجة شرقاً. ويتميز الضغط الجوي في هذا النطاق بالتذبذب فيما يطلق عليه الذبذبة الجنوبية SO. ولكون ظاهرة النينو Nino مرتبطة بـــ So فأطلق عليها (Enso) وبين ظاهرة اللانينا La-Nina [وهي ظاهرة أقل انتظاماً وحدوثاً من النينو ، وتؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط الهادي الشرقي والغربي لأكثر من درجتين فوق المعدل الطبيعي]. ويحلل الباحث الأحداث المناخية المرتبطة بظاهرة اللانينا ومنها حدوث الفيضانات في شرق القارات ومنها أثيوبيا ، وكذلك فيضانات السودان خلال الفترة ١٩٨٨ – ١٩٨٩. ويحلل الآثار المناخية المرتبطة بظاهرة النينو مثل حدوث الجفاف في السواحل الغربية للمحيط الهادي خلال الفترة ١٩٧٢ – ١٩٧٣.وتستهدف هذه الدراسة تحديد مدى تأثير ظاهرة اللانينا في كمية المطر بالسودان. وقد اعتمدت على بيانات ٥ محطات أرصاد جوية خلال ١٩٦٠ – ١٩٩٢. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج، يذكر منها :

- يرتبط معدل كمية المطر السنوي في محطات الدراسة الخمس بنسبة ٧٠ % مع ظاهرة اللانينا.

- يتناول (Ali, 1997) ظاهرة النينو وعلاقتها بالتغيرات في كمية التساقط على أقاليم الساحل في أفريقيا. وقد اعتمد في دراسته على ١٠ محطات أرصاد جوية موزعة في الإقليم ، وذلك خلال الفترة ١٩٠٠ – ١٩٨٨. وقد أهتم الباحث بتحديد العلاقة الارتباطية بين كمية التساقط وظاهرة النينو في هذا الإقليم.

٤. دراسات في المناخ التطبيقي :

٤-١ المناخ والزراعة :-

- يتناول (Jackson, 1989) العلاقة المتبادلة بين المناخ وموارد المياه والزراعة في العروض المدارية. إذ يبحث موارد المياه من خلال تحليل معدلات التبخر والتساقط والدورة الهيدرولوجية كمقدمة عامة لدراسته. ثم يتناول بالتفصيل التساقط كأحد أهم الموارد المائية فضلاً عن كونها عنصراً حرجاً بالنسبة للزراعة خاصة في الدول التي تفتقر إلى المجارى المائية الدائمة. ويحلل أبعاد العلاقة بين التساقط وأنظمة الضغط الجوي الثابتة والمتغيرة في المداريات وتأثيرها في فصلية التساقط ، وتباين كميتها، واحتمالات الجفاف ، وتكرارية الأمطار وكثافتها. كما يبحث العلاقة بين التساقط والجريان السطحي من ناحية ، والتساقط وكمية التبخر ومن ثم قيمتها الفعلية من ناحية أخرى. ويختتم دراسته بتصنيف مناخي عام لخصائص التساقط ومدى تحكم هذا التصنيف في المجال الزراعي في العروض المدارية

- يبحث (Debailo, 1976) في تأثير الري على رطوبة التربة تحت تأثير الظروف المناخية لأرض الجزيرة بالسودان. وقد قام الباحث بتحليل بيانات درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وكمية المطر وسرعة الرياح وقياسات التبخر بهدف حساب كمية المياه المفقودة من سطح التربة ، وما يستتبع ذلك من تناقص رطوبتها وتعرضها للإجهاد المائي في حالة عدم كفاية عمليات

الري التكميلي. ويوصي البحث بضرورة القيام بعمليات الري ليلاً أو عند الغروب ، ويفضل استخدام قنوات ري مغطاه بدلاً من قنوات الري المفتوحة التي تستخدم في معظم الأراضي الزراعية بالجزيرة في السودان.

♦ يتناول (El-Sayed, 1985) دراسة رطوبة التربة كوسيلة لتحديد أسلوب الري المناسب والاحتياجات المائية للمحاصيل تحت تأثير الظروف المناخية السائدة في شمال سيناء بمصر. وقد وجه البحث اهتماماً خاصاً لتحديد التبخر نتح وحساب التبخر من عدة معادلات (بلاني – كريدل – الإشعاع – بينمان) لتقدير متوسط الفاقد من المياه. كما بحث الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل ، وقارن بينها وبين موارد المياه المتاحة بهدف تحديد أنسبها للزراعة في منطقة شمال سيناء.

♦ يتناول (Abdrahman, 1992) استخدام نموذج إحصائي للتنبؤ بكمية التساقط وبداية سقوطها على النطاق الزراعي بالسودان. وتعتمد هذه الدراسة على تحليل بعض بيانات عناصر المناخ من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية والضغط الجوي على النطاق الأوسط من السودان في ٣ محطات أرصاد جوية هي الأبيض والنهود وكوستى خلال ١٨ سنة.وقد استخدام الباحث البرنامج الإحصائي SPSS لمحاولة تقدير درجة حرارة التشبع ببخار الماء لتحديد بداية سقوط المطر وكميتها.

♦ يبحث (Eissa, 1992) في تأثير العوامل الجوية خارج الصوبة البلاستيكية على العوامل الجوية داخلها. ويهدف هذا البحث إلى :

- محاولة تحديد المناخ الدقيق داخل الصوب البلاستيكية ، ومن ثم التنبؤ بالأمراض والأفات والأوبئة التي تهاجم المزروعات ، وعندئذ يمكن تحديد الاستخدام الأمثل للمبيدات وكذلك أنواعها.

- تحديد إمكانيات التحكم في المناخ تحت الصوب طوال الموسم الزراعي من حيث التهوية والتدفئة للحيلولة دون توافر المناخ المناسب لانتشار الفطريات أو الأفات المسببة للأمراض.
- حساب المقنن المائي للنبات مما يفيد في علم الري التسميدى ويقلل من تراكم الأسمدة المضافة للتربة خاصة الأسمدة النيتروجنية والأسمدة الفوسفاتية.

وقد أعتمد هذا البحث على التجربة الحقلية في صوب بلاستيكية في منطقة الدقي بمحافظة الجيزة. حيث قام الباحث بإنشاء محطتي رصد جوي داخل وخارج الصوبة البلاستيكية لمدة ثلاث سنوات تمتد من ٢١ يونيو ١٩٨٩ إلى ٢٠ يونيو ١٩٩١. وقد قام الباحث بأجراء ١٢٠ عملية إحصائية لإيجاد علاقة خطية بسيطة تربط بين العوامل الجوية خارج الصوب البلاستيكية وخارجها.

- يتناول (El-Atfy, 1994) صرف الأراضي شبة الرطبة في إقليم كلمنجارو في تنزانيا ويهدف الباحث إلى تحديد مشاكل صرف المياه والإدارة المائية في ظل الظروف المناخية السائدة في المناطق شبه الرطبة الاستوائية ، والتعرف على سبل علاجها في إقليم كلمنجارو على مساحة ٦٠٠ هكتار. وقد شرح الظروف الطبيعية في تنزانيا بصفة عامة وإقليم كلمنجارو بصفة خاصة. وقد ركز البحث على دراسة الملامح المناخية العامة للإقليم مع توجيه اهتماماً خاصاً بعنصر المطر من حيث كميته الشهرية والسنوية ، ودرجة تركيزه ، وفصليته مستخدماً ٣ محطات أرصاد جوية خلال فترة زمنية لم يحددها. وبحث أيضاً العلاقة بين كمية الأمطار والفاقد منها بالتبخر والجريان السطحي من ناحية ، وعلاقة الجريان السطحي ونوع - التربة وقدرتها على خزن المياه (من حيث مساميتها ونفاذيتها) من ناحية أخري. وقد أهتم بدراسة احتمالات تعرض التربة اللانجراف ، ومدي

احتياجها للري التكميلي. وقد انتهت هذه الدراسة إلى نتائج عديدة ، يذكر منها :

- تتعرض المنطقة إلى كمية مطر سنوي تبلغ حوالي ٧٠٠ ملليمتراً.
- يُستخدم الري التكميلي حتى في أثناء موسمي المطر (موسم قصير : من نوفمبر إلى فبراير ، موسم طويل : من مارس إلى مايو).

يتعرض الإقليم إلى عدة مشكلات مرتبطة بكمية مياه الأمطار وهي :

- ارتفاع مستوى الماء الأراضي بالإضافة إلى الجريان السطحي والفيضانات خلال موسم المطر الطويل (مارس – مايو).
- يسهم المطر الغزير مع تضاريس الإقليم في سرعة صرف المياه من المناطق المرتفعة إلى تلك المنخفضة ، ويستتبع ذلك تكون البرك والمستنقعات التي تغطي مساحة تتراوح نسبتها ما بين ٦ – ١٠% من مساحة الإقليم.
- تتعرض التربة في موسم الجفاف إلى مشكلة نقص المحتوي الرطوبي بسبب ارتفاع معدلات التبخر ، وزيادة الاحتياجات المائية للمحاصيل ، ونقص الموارد المائية ، وانخفاض الكفاءة الكلية للري.
- ويوصي البحث بضرورة إنشاء نظام صرف لتجميع مياه الجريان السطحي من الأراضي المزروعة على أن يكون عمق المصرف ما بين...٩٠ – ١,٢٠ متراً ، وتكون المسافة بين كل مصرف وأخر ما بين ٢٥ – ٣٠ متراً.

♦ يقوم (El-Farrah, 1994) بدراسة بعض العوامل المؤثرة في التبخر تحت ظروف الري السطحي في بعض الأراضي الزراعية بمصر. وقد اهتم الباحث بتحليل بعض العناصر المناخية خاصة التبخر والتبخر نتح وتحديد علاقاتهما بالتوازن المائي ، واحتياجات التربة للري التكميلي ، وحالات تعرض التربة للإجهاد المائي. وقد انتهي البحث إلى ضرورة استخدام نظام

الري تحت السطحي في التربة الملحية والجيرية (خاصة تحت تأثير ظروف الجفاف) ، للحيلولة دون ارتفاع الفاقد بالتبخر ومحاولة الحفاظ على المياه.

- وقد أثبت البحث أن نظام الري تحت السطحي يوفر حوالي ٦٠% من التبخر نتح حينما يكون خط التنقيط على عمق ١٥ سنتمتراً.

- يدرس (Eissa, 1994) نوات الموسم البارد على شمال مصر مستخدماً ٨ محطات أرصاد جوية خلال الفترة ١٩٥٨ - ١٩٩٠. وقد عرف النوة الباردة من وجهة نظر الأرصاد الجوية على أنها (تغيير حالة الجو من حالة الاستقرار إلى حالة عدم الاستقرار مصحوباً بانخفاض في درجة حرارة الهواء). كما عرفها من وجهه نظر الأرصاد الزراعية على أنها (الأيام التي تحدث منها عواصف ترابية أو رملية أو تزيد فيها سرعة الرياح عن ٣٥ عقدة أو تتكاثر فيها السحب ، فتنخفض عدد ساعات سطوع الشمس إلى نصف طول النهار الممكن ، أو قد يحدث خلالها الهطول ويصاحبها انخفاض ملحوظ في درجة الحرارة عن المعدل). وقام الباحث بدراسة مناخ الطبقة الحدية تحت الصوب البلاستيكية من خلال تجميع بيانات درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية الساعية داخل وخارج الصوب البلاستيكية خلال موسمي شتاء ١٩٩٢/١٩٩١ و١٩٩٣/١٩٩٢. وقد حلل هذه البيانات بهدف تحديد التغير اليومي لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية داخل الصوبة وعلاقتهما بالتغير اليومي لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية خارجها. وقد انتهي الباحث إلى نتائج متعددة ، ومنها :

- تنخفض درجة حرارة الهواء داخل الصوبة نهاراً عن خارجها.

- ترتفع الرطوبة النسبية للهواء داخل الصوبة ليلاً عن الهواء خارجها. ويستتبع ذلك ارتفاع الحرارة المحسوسة لهواء الصوبة عن الهواء خارجها.

- تتناول (حماده ، إيملى ، ٢٠٠١) القحط الزراعي في منطقة شمال سيناء من خلال تعريف القحط المائي ، والقحط الجوي ، والقحط الأرضي وبحث العلاقة الارتباطية المتبادلة بين الانواع الثلاثة من ناحية ، وبين الظروف المناخية السائدة ومدى فاعليتها ودرجة تأثيرها في المنطقة المختارة من ناحية أخري. ويهدف البحث إلى حساب الاستهلاك المائي للنبات في منطقة شمال سيناء ، والتحقق من موائمة المطر وكفايته للنشاط الزراعي. ويعتمد البحث على المعدلات المناخية الشهرية لدرجة حرارة الهواء ، الرطوبة النسبية ، التبخر ، مجموع المطر ، سرعة الرياح ، وحساب التبخر نتح في محطتي العريش ورفح خلال الفترة ١٩٨٤ - ٢٠٠٠. وقد استخدم أحد النماذج الرياضية لمحاولة التنبؤ بسنوات القحط في شمال سيناء لمحاولة التخطيط لتدبير الاحتياجات المائية اللازمة للزراعة خلال سنوات القحط.

- يتناول (El-Koliey, 2001) تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة تحت تأثير الظروف المناخية في محافظة أسيوط بمصر. ويستهدف البحث تحديد الاستهلاك المائي والاحتياجات المائية لبعض المحاصيل. وقد استخدام بيانات محطة أسيوط للأرصاد الجوية ، وقام بتحليل خصائص درجة حرارة الهواء ، والرطوبة النسبية ، ونقطة الندى ، وسرعة الرياح (وإن كان لم يحدد الفترة الزمنية للدراسة) وقد قام بحساب الاستهلاك المائي من خلال تطبيق ثلاث معادلات : معادلة بينمان - معادلة بينمان المعدلة - ومعادلة بروت. كما اجري حسابات للمقننات المائية لبعض المحاصيل تحت أنظمة الري السطحي والري بالرش والري بالتنقيط تحت ظروف قسوة ارتفاع درجة حرارة الهواء معظم شهور السنة ، وشدة التبخر٠ وقد انتهي إلى تحديد كفاءة نظام الري من خلال قدرته على الحفاظ على المياه في٥٠% و ٧٥% و٨٥% للري السطحي، والري بالرش والري بالتنقيط على التوالي.

- يتناول (El-Mesiry, 1991) نبات القرطم Safflower كمحصول زيتي غير تقليدي في إفريقيا مع التطبيق على مناطق الاستصلاح الزراعي في

النوبارية وأسيوط. وقد اهتم الباحث بدراسة معدلات العناصر المناخية (لم يحدد محطات الأرصاد الجوية أو مدة الدراسة) في كل من النوبارية وأسيوط ، ومدي تأثيرها في محصول القرطم بهدف تحديد أنسب البيئات الزراعية للتوسع في هذا المحصول الزيتي. وقد انتهت الدراسة إلى بعض النتائج منها :

- تعتبر الظروف المناخية في النوبارية أكثر ملائمةً من مثيلتها في أسيوط لنمو وإنتاجيه الأصناف المختلفة من نبات القرطم.
- إن ارتفاع الرطوبة النسبية والإمداد المائي الزائد من سقوط الأمطار المحتملة خلال موسم الزراعة في النوبارية من أكثر العوامل المناخية التي تؤثر إيجابياً في إنتاجية هذا المحصول الزيتي.

♦ يتناول (Gomaah, 1994) تأثير العوامل المناخية على التسميد بالعناصر الصغرى (الحديد – المنجنيز – النحاس) تحت ظروف بيئية إفريقية مع التطبيق على نبات العتر Geranium في منطقة الفيوم. وقد أهتم الباحث بتحليل بعض العناصر المناخية التي تؤثر بصوره مباشرة أو غير مباشرة في المحتوي الكيميائي للتربة بعد التسميد، ومدى استجابة محصول العتر لعمليات التسميد في منطقة (دمو) بالفيوم خلال موسميين متتاليين هما ١٩٩٥/١٩٩٦ و١٩٩٦/١٩٩٧. وقد قام الباحث بتحليل العلاقة الارتباطية بين بعض العناصر المناخية مع بعضها البعض (بالاعتماد على محطة الفيوم للأرصاد الجوية خلال مدة الدراسة) ، وبينها وبين مراحل النمو وسرعة وكثافة المحصول من ناحية أخرى.

♦ يتناول (طلبة ،١٩٩٤) تأثير موجات الحر والبرد على بعض محاصيل الحقل (القمح – الفول البلدي) ، وبعض محاصيل الخضر والفاكهة (الطماطم – البرتقال) في مصر وقد اعتمد على بيانات ١٥ محطة أرصاد جوية خلال فترة تمتد في بعض المحطات إلى ١٨ سنة. وقام الباحث بتحديد مسببات

الموجات الحارة والباردة والمنخفضات الجوية المرتبطة بها ، فضلاً عن دراسة الخصائص المناخية لموجات الحر والبرد في ضوء تعريفها وأسلوب تحديدها ومعايير تصنيفها. وقد انتهي البحث إلى العديد من النتائج ، يمكن إيجاز بعضها في :

- تكمن أسباب حدوث موجات الحر والبرد على مصر في : الموقع الجغرافي ، والموقع الفلكي ، والمنخفضات الجوية.
- إن موجات الحر والبرد أكثر تكراراً في الأجزاء الشمالية ، مقارنة بتلك الجنوبية في مصر.
- يعتبر فصل الصيف أقل الفصول نصيباً من موجات الحر والبرد ، بينما يعتبر فصل الربيع الأكثر نصيباً من موجات الحر وموجات البرد بنسبة ٥٥% و٤٨% لكل منهما على التوالي من إجمالي مجموعها السنوي.

♦ يتناول (M.M. Sayed & Eissa, 1996) دراسة الاستهلاك المائي ومدي كفاءة مياه الري لمحصول نخيل البلح تحت الظروف المناخية لمحافظة الوادي الجديد في مصر. وقد اعتمد البحث على تجارب حقلية أحدهما في محطة البحوث الزراعية بالخارجة ، والأخرى في مزرعة خاصة مجاورة لها وذلك خلال عامي ١٩٩٤ و١٩٩٥. ويهدف البحث إلى تحديد كمية مياه الري المستخدمة ، وعدد مرات الري المناسبة بعد حساب الفاقد منها عن طريق التبخر ، بالتطبيق على أشجار نخيل البلح. وقد انتهي البحث إلى عدد من النتائج ، ومنها :

- متوسط الاستهلاك المائي لنخيل البلح تحت ظروف مناخ الوادي الجديد بمصر ، بلغت ٢٣٠,٥٢سم لعام ١٩٩٤، و ٢٣٠,٩سم لعام ١٩٩٥ في محطة البحوث بالخارجية.
- تم الحصول على أعلي محصول من البلح من معاملة الري كل ٢٠ يوماً خلال فصل الشتاء ، وكل ١٠ أيام خلال فصل الصيف خلال عام

١٩٩٤ ، إذ بلغ المحصول ١٤٢,٩ كيلو جرام بلح/نخلة في محطة البحوث الزراعية بواحة الخارجة في محافظة الوادي الجديد بمصر .

♦ يبحث (Abdel-Hafiez, 1996) العلاقة بين الظروف الجوية وإصابة محصول الطماطم بمرض "الندوة المتأخرة Late blight" في وسط الدلتا المصرية مع التطبيق على مدينة كفر الزيات بمحافظة الغربية. ويهدف البحث إلى استنباط بعض العلاقات بين الظروف المناخية السائدة وبين ظهور أمراض الخضروات خاصة الندوة المتأخرة في محصول الطماطم. وقد انتهت هذه الدراسة إلى بعض النتائج منها :

- تساعد الظروف المناخية في محافظة الغربية على ظهور مرض "الندوة المتأخرة " على الطماطم وانتشارها إلى حد الوباء بسبب توفر البيئة المناخية المناسبة لهذا المرض من حيث :
  - ارتفاع الرطوبة النسبية لتصل إلى ٨٥% أو أكثر خاصة قبل ١٠ أيام من ظهور المرض.
  - ارتفاع المدى الحراري.
  - كثرة أيام الشابورة صيفاً وأيام السحب الكثيفة شتاءً.

ومما يذكر أن ، هذه الدراسة لم تحدد مصدر البيانات المناخية التي اعتمدت عليها أو سنوات الدراسة.

♦ يتناول (طلبة ،١٩٩٧) أثر المناخ على بعض المحاصيل الزيتية في مصر بالتطبيق على الفول السوداني وعباد الشمس وفول الصويا والسمسم. وقد اهتم الباحث بتحليل العلاقة التأثيرية لعنصر الحرارة كأحد أهم العناصر المناخية تأثيراً في إنتاجية هذه المحاصيل الزيتية في مصر. وقد انتهي إلى بعض النتائج :

- تنخفض درجة حرارة الهواء عن الحد المناسب لنمو الفول السوداني.

- يؤثر ارتفاع سرعة الرياح سلباً في إنتاجية محصول عباد الشمس بسبب سرعة سقوط أزهاره.
- ترتفع درجة حرارة الهواء عن الحد المناسب مما يؤثر سلبياً في نسبة الزيت في البذور فتنخفض قيمة الزيت.

♦ تتناول (حماده ، إيملي ، ١٩٩٩) المتطلبات المناخية لمحصول الخوخ في شمال سيناء وغرب النوبارية والدقهلية بمصر، ويهدف البحث إلى :

- قياس احتياجات البرودة اللازمة لمحصول الخوخ ومدى توفرها في المناطق الثلاث.
- تحديد انسب أصناف الخوخ لتعميم زراعتها في كل منطقة وفق مؤشرات الإنتاجية الفعلية والمتوقعة.
- بحث مدي توفر الموارد المائية في المناطق الثلاث ومدي كفايتها لزراعة الخوخ ، ومن ثم تحديد كميات الري التكميلي في ضوء كمية المطر السنوي وقيمته الفعلية تحت تأثير خصائص درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وقياسات التبخر. وقد اعتمد البحث على بيانات مناخية لمحطات العريش ومديرية التحرير والمنصورة خلال الفترة ١٩٦٨ – ١٩٩٨. وقد انتهي البحث إلى بعض النتائج منها :

  - حققت الدقهلية أعلي إنتاجية للخوخ نتيجة لتوفر المتطلبات المناخية، وقد كانت أقل المناطق احتياجاً إلى الري التكميلي.
  - تفوقت منطقة غرب النوبارية على منطقة شمال سيناء في إنتاجية الخوخ بسبب توفر موارد مائية للري التكميلي للأولي بينما تحتاج الثانية إلى الاعتماد على مياه المطر.

♦ يبحث (شرف ، ١٩٩٩) في مساهمة العناصر المناخية في التخطيط الزراعي من خلال تحديد المناخ الأمثل لبعض محاصيل الفاكهة في مصر. وقد أهتم الباحث بتحليل خصائص بعض المناخية مع توجيه الاهتمام الأكبر بعنصر درجة حرارة الهواء ، معتمداً على بيانات ١٤ محطة أرصاد جوية موزعة في أنحاء مصر خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٠. ويهدف البحث إلى دراسة مدى تأثير هذه العناصر المناخية في نخيل البلح والموز والعنب. وقد انتهى الباحث إلى عدة نتائج منها :

- النطاق الأنسب مناخياً لزراعة نخيل البلح يضم أراضي محافظات الفيوم وبني سويف والمنيا.
- النطاق الأنسب مناخياً لزراعة الموز يضم أراضي جنوب محافظة المنيا والأراضي الشمالية من محافظة أسيوط.
- النطاق الأنسب مناخياً لزراعة العنب يضم محافظات القاهرة والقليوبية والجيزة وبني سويف والفيوم والأراضي الجنوبية من المنوفية وأقصى شمال المنيا.

♦ يتناول (El-Kharbotly, 2000) تأثير مصدات الرياح على نمو وإنتاج العنب البناتي بمنطقة غرب النوبارية. وقد اعتمد على البحث الميداني من خلال مزرعة شركة النيل للزراعة والصناعات الغذائية بمنطقة غرب النوبارية خلال موسمي ١٩٩٨ و١٩٩٩. ويهدف البحث إلى دراسة درجة تأثير مصدات الرياح أشجار الكازوارينا والكافور على نمو وإنتاج العنب من ناحية ، وتأثير هذه المصدات على خصائص بعض العناصر المناخية (سرعة الرياح - درجة حرارة الهواء - الرطوبة النسبية - درجة حرارة التربة) داخل بساتين العنب المحمية ومقارنتها بالمناخ العام لمنطقة غرب النوبارية. وقد انتهت الدراسة إلى هذه النتائج :

- اختلفت العناصر الجوية في منطقة غرب النوبارية في مزرعة الدراسة عند مقارنتها بمتيلاتها في محطة أرصاد النزهة في نفس فترة الدراسة.
- انخفضت سرعة الرياح في بساتين العنب المحمي بمصدات الرياح عن تلك غير المحمية خاصة عند استخدام مصدات الكازوارينا.
- انخفضت سرعة الرياح في بستان العنب المحمي بمصدات الكازوارينا عن سرعتها في بستان العنب المحمي بأشجار الكافور.
- انخفضت درجة حرارة التربة في بستان العنب المحمي بمصدات الكازوارينا عن مثيلتها في البستان المحمي بالكافور.
- ارتفعت درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية داخل بستان العنب المحمي بمصدات الكازوارينا والكافور بمقارنته بالبساتين غير المحمية.
- هذا ويوصي البحث باستخدام مصدات الكازوارينا في منطقة غرب النوبارية لأنها أكثر كفاءة من مصدات الكافور.

٤-٢ المناخ والهيدرولوجيا :

♦ تتناول (يوسف ، شاهيناز ، ١٩٩٨) العلاقة الشمسية – النيلية من خلال دراسة إبعاد العلاقة بين فيضان النيل والدورات الشمسية خلال العشر سنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين. وتُعزى الباحثة حالة الاضطراب المناخي الذي يتمثل في حدوث سيول وفيضانات في بعض دول حوض النيل إلى بدء دخول الشمس في مرحلة ضعف نشاطها أو الخمول الذي يعتريه ، واستجابة الأرض لهذه التغيرات الشمسية. ويتوقع البحث استمرار فترة اضطرابات منسوب النيل ما بين القحط والفيضانات لما يقرب من ثلاث دورات شمسية ، تسمر كل منها لمدة ١٢ سنة. وتربط الباحثة بين كمية التساقط في اثيوبيا وبين زيادة النشاط الشمسي المتوقع مع بداية دورة جديدة من دورات الشمس " وولف – جليسبرج " بعلاقة طردية قوية. بينما ترى أن

هذه العلاقة عكسية بالنسبة لكمية التساقط على منابع النيل الاستوائية. وينتهي البحث إلى نتيجة مفادها أن فيضانات النيل ستكون مرتفعة حتى مع انخفاض كمية التساقط على منطقة هضبة البحيرات الاستوائية ، أو في أسوء التوقعات خلال سيادة ظروف الجفاف عليها، كنتيجة للزيادة في كمية التساقط على هضبة الحبشة وإمداد روافد النيل الشرقية بالمياه التي تعوض النقص في كمية الأمطار على منابعه الاستوائية.

يتناول (البدوي ، ١٩٩٨) السدود على الأنهار الكبرى في إفريقيا من خلال بحث أبعاد العلاقة بين الأنهار الإفريقية والظروف المناخية في القارة ، خاصة فيما يتعلق بخصائص عنصر المطر من حيث توزيعها وكميتها وكثافتها وفصليتها. وقد قسم القارة إلى أربعة أقاليم مناخية (الاستوائي - المدارى المطير - شبة الصحراوي والصحراوي - بحر متوسط) تتكرر في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي لقارة إفريقيا وقد استنتج الباحث أهم ملامح ومميزات مناخ القارة في :

- التناقض بين الأمطار الغزيرة في النطاق الاستوائي والجفاف القاحل في الصحراء الكبرى، وما بينهما هي أقاليم متدرجة في كمية الأمطار
- تدرج درجات حرارة الهواء من الأكثر ارتفاعاً في الصحراء الكبرى الإفريقية إلى ما دون الصفر المئوي في قمم المرتفعات الإفريقية.

♦ يتناول (Elsir, 1996) كيفية إدارة المياه في النيل الأزرق بالسودان في إطار العلاقة بين الأمطار والفيضانات. ويعتمد الباحث على دراسة مناسيب النيل الأزرق في أربعة مواقع : الخرطوم - الدامر - عطبرة - دونجولا في خمس سنوات : ١٩٨٣ ، ١٩٨٤ ، ١٩٩٤ ،١٩٩٥ ،١٩٩٦. ويستهدف الباحث دراسة العلاقة الارتباطية بين كمية التساقط في محطات الأرصاد الجوية في تلك المواقع خلال شهري يوليه وأغسطس في السنوات الخمس

محل الدراسة. ويستنتج الباحث مقدار إسهام المطر على الأراضي السودانية في منسوب مياه النيل الأزرق.

♦ يتناول (Al-Hosary, 1994) دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة الأقصر في جنوب مصر. وقد اعتمد الباحث في دراسته للجانب الهيدرولوجي للأقصر على مناخ المنطقة مستخدماً بيانات محطة أرصاد الأقصر خلال الفترة ١٩٧٨ – ١٩٨٧. وقد اهتم الباحث بدراسة درجة حرارة الهواء ، والرطوبة النسبية ، والتبخر والأمطار وقام بتحليل علاقاتها المتبادلة والمتداخلة ، وانعكاس هذه العلاقات ومؤشراتها في منسوب المياه الجوفية وتغيراته ، فضلاً عن تأثير العلاقات بين العناصر المناخية في التركيب الكيميائي للموارد المائية الجوفية وما يعتريه من تغيرات.

♦ يدرس (Abdo, 1994) جيولوجية وهيدرولوجية منطقة حلوان جنوب القاهرة في مصر. وقد اعتمد في دراسته الهيدرولوجية على تحليل البيانات المناخية في ثلاث محطات للأرصاد الجوية : القاهرة – الجيزة – حلوان خلال الفترة ١٩٨٠ – ١٩٩٠، فضلاً عن محطة القطامية خلال الفترة ١٩٧٨ – ١٩٨٧. ويحث في العلاقة بين معدلات درجة حرارة الهواء ، والرطوبة النسبية ، وقياسات التبخر ، وبينهم جميعاً وبين فاعلية كمية المطر الفصلية والسنوية ، ثم ناقش الأبعاد التأثيرية لهذه العلاقات في هيدرولوجية المنطقة. وقد انتهي الباحث إلى أن أغلب المطر يسقط خلال الفصل البارد من نوفمبر إلى مارس ، إلا أن ارتفاع معدلات التبخر التي لم تنخفض خلال سنوات الدراسة عن ٢,٣ ملم/يومياً (وقد بلغت أعلى كمية مطر سنوي ١٧,٤ ملم في محطة الجيزة) يتبعه زيادة في الفاقد من مياه الأمطار ، فينعكس ذلك سلباً على كمية مياه الجريان السطحي.

♦ يدرس (شطا ، آخرون ، ١٩٩٦) طموحات تعمير صحارى الوادي الجديد بمصر وتطوير منهجية إدارة الموارد الأرضية والمائية من خلال

بحث المشكلات التي تواجه عملية استصلاح الأراضي في هذه المحافظة. ويربط البحث بين مشكلات استصلاح الأراضي في محافظة الوادي الجديد وبين ظروفها المناخية خاصة فيما يتعلق بعنصر الرياح وسرعتها الشديدة التي تؤدي إلى سفى الرمال وزحف الكثبان الرملية. وقد أوصى البحث بضرورة إقامة مصدات الرياح ، واستخدام الوسائل الميكانيكية للحماية من الرمال السافية ولتغيير مسارات الكثبان الهلالية في منطقة الخارجة. وقد أوصى بأهمية استخدام الوسائل البيولوجية في تثبيت الرمال كما هو الحال في واحة سيوة بمصر.

♦ يقوم (Abdel Latif, 2001) بتقييم مصادر المياه السطحية لبعض الأودية بمنطقة شلاتين – حلايب في جنوب ساحل البحر الأحمر في مصر. وقد اعتمد الباحث على بيانات الأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٥٢ – ١٩٨٩ لتحليل الملامح العامة لبعض العناصر الجوية خاصة درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية. وقام الباحث بإجراء قياسات حقلية لعنصر المطر ، إذا اختار موقعين أحدهما وضع فيه مسجل للمطر ، والأخر ، وضع فيه مسجل لقياس السيول بعد أن أنشأ سداً لحجز مياه المطر. وقد اجري الباحث العديد من التحليلات الإحصائية للبيانات الشهرية والسنوية للمطر خلال ٣٧ سنة مستخدماً طريقة المنحني الرقمي Curve number لاستنتاج العلاقة بين الأمطار والسيول. وقد انتهي الباحث إلى عدة نتائج ، من بينها :

- يعتبر تخرين المياه السطحية خلف السدود مفيداً سواء للمياه السطحية الجارية أو المياه الجوفية. إذ يسهم في توفير مورداً مائياً في المستقبل القريب ، فضلاً عن أهميته في التحكم في الجريان السطحي.
- يرتفع منسوب ومخزون المياه الجوفية في شمالي أحواض التصريف في منطقة شلاتين – حلايب بسبب وصول الجريان السطحي إلى حدة الأقصى وارتفاع نفاذية التربية نتيجة لتركيبها الجيولوجي.

♦ يبحث (Mokhemer, 1998) في تنمية الموارد المائية بالمنطقة الحدودية بشرق سيناء في مصر. ويحلل كيفية تأثير الظروف المناخية في شبة جزيرة سيناء على الموارد المائية المتاحة خاصة كمية الإمطار وتوزيعها وفصليتها. هذا وإن كان الباحث هنا قد أغفل دراسة العناصر المناخية خلال فترات زمنية طويلة حتى تبني هذه الدراسة على بيانات مناخية دقيقة ، ولكنة اكتفي بالاعتماد على مصادر أخرى والاقتباس منها فيما يتعلق بالخصائص العامة للعناصر المناخية في شبة جزيرة سيناء على وجه العموم.

♦ يتناول (Elosta, 2000) دراسة هيدرولوجية المنطقة ما بين القنطرة وبئر العبد شمال سيناء في مصر. ويبحث في هيدروميترولوجيا Hydrometeorology المنطقة مستخدماً بيانات مناخية لثلاث محطات أرصاد جوية ، محطة الإسماعيلية (١٩٦٤ – ١٩٩٣) ، ومحطة بور سعيد (١٩٤١ – ١٩٩٣) ، ومحطة العريش (١٩٣٦ – ١٩٩٣). وقام بتحليل البيانات المناخية الخاصة بدرجة حرارة الهواء – الرطوبة النسبية – كمية التبخر – سرعة الرياح – كمية المطر الفصلي والسنوي. وقد انتهى البحث إلى العديد من النتائج ، منها :

- يتراوح المطر السنوي بين ٨٠ – ٩٠ مللمتراً/سنوياً.
- بلغت أعلى قيمة للتبخر ١٠,٥ مللميتراً/يوميا في شهر يوليو ، واقل قيمة ٣,١٦ مللمتيراً/يومياً في شهر ديسمبر.
- تتراوح الرطوبة النسبية بين ٧٦% كمعدل لشهر ديسمبر ، و٤٢% كمعدل لشهر مايو.
- بلغت معدلات سرعة الرياح : ١,٦٩ و٣,٧٤ و٣,٧١ كيلو متر /ساعة لمحطات الإسماعيلية وبور سعيد والعريش على التوالي.

♦ يبحث (Morad, 2000) في العلاقة بين الأمطار والمدد في المناطق الجبلية مع التطبيق على منطقة وادي سدر على خليج السويس في مصر ،

ويعتمد البحث في دراسة هيدرولوجية المنطقة ونظام التصريف المائي على تحليل خصائص الأمطار في محطتي رأس سدر ونخل. وقد درس خصائص عنصر المطر من عدة زوايا هي :

- التوزيع العشوائي للمطر Spatial Variation of Rainfall مستخدماً بيانات محطة رأس سدر للأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٩٠-١٩٩٩.
- تكرارية توزيع المطر مستخدماً بيانات الأرصاد الجوية لمحطتي رأس سدر ونخل خلال الفترة ١٩٩٧ – ١٩٩٨.
- كثافة المطر Rainfall Intensity ، وعدد الشهور والأيام المطيرة ، واحتمالية تكرار المطر (فترات الرجوع لكمية المطر) Probability and Return Period of Rainfall، وكمية المطر الشهري ، مستخدماً بيانات محطة رأس سدر ١٩٧٦ – ١٩٩٧.
- أقصى كمية مطر خلال يوم ، مستخدماً بيانات محطة رأس سدر ١٩٨٨ – ١٩٩٤.
- إجمالي كمية المطر الشهري والسنوي مستخدماً بيانات محطة نخل ١٩٦٢ – ١٩٦٧و ١٩٩٧ – ١٩٩٨.
- دراسة لأثنين من العواصف المطيره في يومي ١٩٩٧/٣/٣ و١٩٩٩/٢/٧. وقد انتهي هذا البحث إلى نتائج عديدة منها :

– أن الجريان السطحي لمياه الإمطار يعادل ١٤,٦% من إجمالي كمية المطر.

– تحدث السيول بشدة في منابع الأودية وكذلك الأجزاء الوسطي منها حيث المناطق الجبلية المرتفعة.

ويوصي هذا البحث ب :

- اعتبار المياه الجوفية مصدراً مناسباً للري في وادي سدر في المنطقة ما بين منبع الوادي ودلتاه على الساحل بمساحة تبلغ ٥٠٠٠ فدان يمكن ريها وزراعتها.
- الاهتمام بتقييم منسوب المياه الجوفية حتى لا يسمح بتسرب مياه البحر إلى المياه الجوفية في منطقة دلتا وادي سدر حينما ينخفض منسوبها بسبب الإفراط في الري أو عمليات السحب المكثف من خلال حفر المزيد من الآبار.

يتناول (Ibrahim, 2000) هيدرولوجية المياه الجوفية بمنطقة الخطاطبه ومتاخماتها غرب دلتا النيل في مصر. ويعتمد الباحث في دراسته لهيدرولوجية المنطقة على بيانات العناصر المناخية في محطات : الجيزة – وادي النطرون – شبين الكوم – مديرية التحرير خلال الفترة ١٩٨٨ – ١٩٩٣. وقد انتهت هذه الدراسة إلى العديد من النتائج من بينها :

- يؤدي الري الزائد إلى ارتفاع ملوحة التربة ومن ثم ملوحة المياه الجوفية خاصة تحت ظروف ندرة المطر وارتفاع درجة حرارة الهواء وشدة التبخر.
- هناك استنزاف خطير للمياه الجوفية في منطقة وادي النطرون حيث تناقص منسوبها بدرجة خطيرة خلال الـــ ٣٠ سنة الأخيرة.

ويوصي البحث:

- ترشيد حفر الآبار بهدف الاستخدام الزراعي في منطقة الخطاطبة.
- ضرورة استخدام تقنيات الري الحديثة وتجنب الري بالغمر للحفاظ على منسوب مياه الصرف اليومي.

- تغيير المركب المحصولي في منطقة الخطاطبة التي يسود فيها حالياً زراعة الموز لكونه من المحاصيل المستهلكة لكميات كبيرة من المياه، واستبداله بمحاصيل أخرى أقل استهلاكاً للمياه.

- يتناول (El-Sheikh, 2000) دراسة هيدرولوجية منطقة شمال غرب وادي النطرون في مصر. وقد بحث خصائص العناصر المناخية مستخدماً بيانات محطات الأرصاد الجوية في وادي النطرون – جانكليس – مديرية التحرير خلال الفترة ١٩٨٨ – ١٩٩٨. وقد ركز الباحث على دراسة درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية والمطر. وقد استخدم معادلة امبيرجر Emberger ١٩٥٥ لتحديد درجة جفاف المنطقة. وقد بلغت نتائج تطبيق هذه المعادلة لدرجة الجفاف : ٣,٤٦ – ٥,٤٥ – ٦,٩ لمحطات وادي النطرون ومديرية التحرير وجانكليس على التوالي (تحدد هذه المعادلة درجة الجفاف : صفر – ٢٠). وهكذا فان منطقة شمال غرب وادي النطرون تقع ضمن النطاق الصحراوي. وتتميز بندرة المطر ، وهبوب رياح مثربة ربيعاً ، ومدى حراري يومي كبير مما يشير إلى شدة قاريتها.

- يهدف (Zaki, 2000) إلى تقرير الجريان السطحي لمياه السيول على مرسي مطروح في الساحل الشمالي الغربي بمصر. ويبحث في هيدرومتيرولوجيا المنطقة من خلال تحليل العناصر : درجة حرارة الهواء – الرطوبة النسبية – التبخر – سرعة الرياح – المطر معتمداً على محطة مطروح للأرصاد الجوية لمدة ٥٠ سنة. وقد انتهي هذا البحث إلى العديد من النتائج منها :

- أن تكرارية كمية الإمطار التي تتراوح ما بين ٥٠ – ١٠٠ ملم / سنوياً هي الأكثر حدوثاً ، بينما أقلها حدوثاً تتراوح ما بين صفر – ٥٠ ملم / سنوياً.

- تبلغ نسبة الأيام المطيرة ١٢,٣%، بينما الأيام غير المطيرة تبلغ نسبتها ٨٧,٧%.

♦ هذا وقد قام الباحث بتحليل العلاقة التأثيرية لكمية الأمطار في أشكال الجريان السطحي ومستواه بالتطبيق على ثلاث أودية بالمنطقة هي وادي الرملة ، وادي محقن ، وادي الهامش.

٤-٣ المناخ وصحة الإنسان :

♦ يتناول (Idress, 1992) دراسة العلاقة بين بعض الأمراض الشائعة في الخرطوم بالسودان ومدي ارتباطها بالظروف المناخية. وقد اعتمد الباحث على البيانات المناخية في ٦ محطات أرصاد جوية (لم يحدد الباحث مده الدراسة) ليبحث العلاقة الارتباطية بين بعض عناصر الجو والإمراض. وقد توصل البحث إلى بعض هذه العلاقات الارتباطية :

- يبلغ معامل الارتباط بين حمي الملاريا ودرجة الحرارة العظمي ، ودرجة الحرارة الصغرى ، والضغط الجوى -٧٠.٠، ٦٩.٠، ٧٠.٠ لكل منها على التوالي.
- يبلغ معامل الارتباط بين الربو ودرجة الحرارة العظمي ، والرطوبة النسبية..٦٩ لكل منهما.
- يبلغ معامل الارتباط بين حمي التيفود ودرجة حرارة الهواء..٥٠

♦ تبحث (خليل ، آمال ، ١٩٩٥) في الجغرافيا الطبية للسودان الشمالي تحت تأثير الظروف المناخية. وقد اعتمد البحث على بيانات ١٢ محطة أرصاد جوية. وقد اهتم بتحديد الراحة الحرارية للإنسان وتتراوح ما بين ٣١ – ٣٤ درجة مئوية. وناقش البحث العلاقة بين الظروف المناخية وبعض الأمراض. إذ يربط بين المناخ الحار وتكون حصوات المسالك البولية ، وزيادة فترات الخمول ، وقلة الإنتاج. بينما يساعد المناخ الحار الرطب على سهولة انتشار الإمراض الجلدية. ويناقش البحث تأثير سرعة الرياح في

صحة الإنسان إذ يربط بين ارتفاع سرعتها عن ٧٠ كم/ساعة في إثناء هبوب العواصف الرملية والترابية وبين زيادة في معدلات الإصابة بأمراض الحساسية والربو والتهاب العيون وتحجر الرئة واضطرابات الدورة الدموية. وحينما يقترن ارتفاع درجة حرارة الهواء بالرياح الشديدة مثل رياح الهبوب ، فإن ذلك يساعد على انتشار أمراض الالتهاب السحائي والحمي خاصة شمال السودان. ويربط البحث الإصابة بالكوليرا والجذام بموسم المطر الغزير والرطوبة النسبية المرتفعة. بينما ترتفع معدلات الإصابة بالملاريا في شهري سبتمبر وأكتوبر في موسم المطر في شمال السودان.

- يتناول (التمامى، ١٩٩٨) الجغرافيا الطبية لكينيا. وقد بحث خصائص العناصر المناخية في دولة كينيا (إحدى دول حوض النيل) في ١٢ محطة أرصاد جوية خلال فترة تتراوح ما بين ٢٣ - ٣٦ سنة ، وقد ربط الباحث بين كل من درجة حرارة الهواء وكمية الأمطار وبين بعض الأمراض. وقد توصل إلى العلاقات الارتباطية التالية :

- العلاقة بين السعال الديكى والمطر -..٨٤
- العلاقة بين التهاب العيون والمطر -..٨٠
- العلاقة بين الغدة النكفية والحرارة -..٩٨
- العلاقة بين الالتهاب الرئوي والحرارة -..٨٧
- العلاقة بين الروماتيزم والحرارة -..٨٥
- العلاقة بين الديدان المعوية والحرارة -..٨٢
- العلاقة بين أمراض الجهاز التنفسي والحرارة -..٨٧

كما أثبت الباحث وجود علاقة طردية بين الحصبة والالتهاب الرئوي لدى الأطفال وبين الرطوبة النسبية والمطر ، بينما كانت العلاقة الارتباطية بين تلك الإمراض وبين سطوح الشمس وارتفاع درجة حرارة الهواء علاقة عكسية.

♦ يتناول (يوسف ، ١٩٩٩) دراسة التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في مدينة القاهرة من خلال دراسة درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وتغطية السماء بالسحب في ٧ محطات أرصاد جوية خلال الفترة ١٩٧٣ – ١٩٩٢. وقد اعتمد البحث على بيانات الطقس لأربع رصدات يومياً. وقد قام بحساب معدلات العناصر الجوية خلال ٢٠ سنة بهدف تحليل الأنماط التفصيلية لكل رصدة على حدة (الساعة ٣ صباحاً ، الساعة ٣ بعد الظهر ، الساعة ٦ صباحاً ، الساعة ٦ مساء). وقد انتهى الباحث إلى العديد من النتائج ، يذكر منها :

- تتجانس الأنماط التوزيعية نهاراً (الساعة ٣ بعد الظهر) لسيادة عامل الإشعاع الشمس على العوامل الجوية الأخرى ، بينما تظهر بوضوح المؤثرات الموضعية والمحلية المختلفة في توزيعات الليل الساعة ٣ صباحاً.
- تتعدد الجزر الحرارية بين الدفء والاعتدال أو الحرارة والبروره خاصة خلال فصلي الربيع والخريف مع بداية شروق الشمس الساعة ٦ صباحاً.
- ترتفع معدلات الحرارة اليومية الساعة ٦ صباحاً عما عليه الساعة ٣ صباحاً (في نهاية الليل) وتفسير ذلك يرجع إلى احتباس جزءً من طاقة الإشعاع الأرضي بسبب العوالق المائية المختلفة وما تطلقه من حرارة كامنة.

♦ يتناول (يوسف ، ٢٠٠٠) دراسة المناخ الفسيولوجي في مصر بهدف التعرف على أنسب الطرق لقياس معامل الحرارة والرطوبة (قرينة الراحة) وفق معيار أوليفر Oliver على مدار شهور السنة. وقد اهتم الباحث بتطبيق هذا المعيار على مناطق مختلفة في مصر لتحديد انسبها لراحة الإنسان

شهرياً أو فصلياً. وقد سعي الباحث إلى تحديد مدى التوافق بين قرينة الراحة المتاحة وبين توزيع السكان في مصر.

٤-٤ المناخ والعمران :

◆ يتناول (الوكيل وسراج ، ١٩٨٥) المناخ والعمارة في المناطق الحارة من خلال بحث العلاقة بين تأثير العناصر المناخية في خصائص العمران وملامح السكن في البيئة المدارية الجافة والبيئة المدارية الرطبة. ويقوم الباحث بتحليل الجوانب التي يجب اتباعها للحد قدر الإمكان من كثافة الأشعة الشمسية من خلال تصميم كاسرات الشمس وتوفير قناع الإظلال والحد من الأشعة الشمسية المباشرة والمنكسة. ويدرس درجة حرارة الهواء المرتفعة في هذه البيئات المدارية وكيفية الحد من الانتقال الحراري بين البيئة الخارجية والوسط الداخلي للمسكن ، وارتباط ذلك بتحديد نوعية مواد البناء المستخدمة. كما يبحث في كيفية التحكم في سرعة الرياح واتجاهها من خلال اختيار موقع السكن ، وتصميم فتحات التهوية ، وتحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبني مع التطبيق على مصر. كما يسعى إلى محاولة الاستفادة من التبخر والرطوبة النسبية والهطول في ترطيب الهواء داخل وخارج المبني تحت ظروف المطر في مصر. وينتهي الباحث إلى وضع مقاييس راحة الإنسان في ضوء خصائص درجة حرارة الهواء ، والرطوبة النسبية ، وحركة الهواء ، والإشعاع الشمسي في مصر ، ومحاولة وضع تخطيط وتصميم للمباني السكنية في مدينة الخارجة بالوادي الجديد بمصر كنموذج للبيئة المدارية الحارة الجافة.

◆ يبحث (Amer, 1987) تأثير المناخ في العمران بالتطبيق على الساحل الشمالي الغربي في مصر ، ويقوم الباحث بتحليل خصائص العناصر المناخية ومدى تأثيرها في راحة الإنسان مع التركيز على عنصري درجة حرارة الهواء وسرعة الرياح ، وقد اعتمد على بيانات محطتي أرصاد الدخيلة والضبعة خلال الفترة ١٩٤٢ - ١٩٧٥. وقد ناقش الباحث تأثير

الظروف المناخية في رسم ملامح المجتمعات العمرانية القديمة مع التطبيق على مدينة الحمام غرب الإسكندرية ، وكذلك على المجتمعات العمرانية الحديثة مع التطبيق على مدينة مارينا إحدى المدن السياحية الحديثة في الساحل الشمالي المصري.

♦ يتناول الباحث (Gado, 1995) تأثير الإشعاع الشمسي على مواد البناء في مدينة الخرطوم بالسودان. وقد أعتمد البحث على دراسة حقلية تطبيقية لدرجة حرارة الغرفة التي تم بناؤها من سطح من الزنك، وحوائط من الطوب الأحمر ، ونوافذ حديدية تحت تأثير الظروف المناخية بالخرطوم. وقد قام بتطوير بعض نماذج الحاسب الآلي لحساب الطاقة الشمسية الساعية الداخلة إلى غرف المبني وفقاً لحركة الشمس الظاهرية فوق المدينة. وقد خلصت هذه الدراسة إلى أن هناك بعض الوسائل التي يمكن اتباعها لخفض درجة حرارة المنازل في مدينة الخرطوم ، وهذه الوسائل هي :

- أن يكون أقصى سمك لطبقة الهواء ما بين السطح والسقف ٥سم ، وأن أقصى سمك للحائط ٣٠سم.
- استخدام الطلاء الأبيض على الأسطح الخارجية للمبني ، إذ تؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الهواء داخل المبني بمقدار يتراوح ما بين ١ – ٣ درجات مئوية.
- ترك الفراغات الهوائية الموجودة في أسطح المباني دون ملئها بمادة البوليستري أو بالأتربة ، لأن ذلك يقلل من قدرتها على خفض درجة حرارة الغرف داخل المبنى.

♦ يتناول (Wazer, 1997) العلاقة بين الإشعاع الشمسي وتصميم المباني في شمال أفريقيا مع التطبيق على مصر. وتستهدف هذه الدراسة مقارنة الأبعاد الهندسية والظلال في أفنية ثلاثة مباني قديمة إسلامية في مدينة القاهرة (منزل زينب خاتون – منزل جمال الدين الزهبي – منزل إبراهيم

السنارى). ويدرس العلاقة بين تصميم فتحات هذه المباني من وجهه نظر التصميم الشمسي من خلال تحليل كمية الإشعاع الشمسي المباشر والساقط على أرضيات وحوائط وفتحات هذه الأفنية ، للتحقق من مدى ملائمتها مع توفير أكبر قدر من الأشعة الشمسية داخل الأفنية شتاءً وأقلها صيفاً. وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدة نتائج منها :

- أن العامل الأساسي لتقويم الأداء الحراري لأي فناء هو معرفة كميات الإشعاع الشمسي المستقبلة صيفياً وشتاءً.
- وعدم الاكتفاء فقط بإيجاد الظلال على الواجهات أو توفير نسبة معينة للفتحات.

٤-٥ المناخ ومجالات اخري متنوعة:

- يتناول (أبوراضي ، ١٩٩١) المناخ وبيئة دلتا نهر النيل في مصر كدراسة عامة في المناخ التطبيقي. إذ يبحث العلاقة بين العوامل الجوية والزراعة ، العوامل الجوية والصناعة وتلوث الهواء ، العوامل الجوية ومظاهر حياه الإنسان (الصحة – الملبس – السكن – طرق النقل والمواصلات). وقد استعرض ٧ تصنيفات مناخية عالمية ومحلية، وانتهي إلى تقسيم مناخ دلتا نهر النيل في مصر وفق تصنيف كوين إلى :

- النطاق الشمالي (مناخ الاشبس). ويضم الإسكندرية – رشيد – دمياط – بور سعيد – ادفينا.
- النطاق الداخلي (المناخ الصحراوي الجاف الحار) : ويضم بور سعيد – سخا – طنطا – شبين الكوم – الجميزة – السرو – المنصورة – الزقازيق – بنها – قناطر الدلتا – القاهرة – الجيزة.

- يبحث (محمود ، ١٩٩٩) أثر البيئة الجغرافية في التوسع العمراني لمدينة منفلوط بمحافظة أسيوط. وقد حلل خصائص درجة حرارة الهواء ،

الضغط الجوي ، الرياح سرعة واتجاهاً. الرطوبة النسبية – التبخر – المطر – السحب وسطوع الشمس (وإن كان لم يحدد سنوات الدراسة أو مدتها) بهدف تقييم درجة التأثير المناخي في توجيه العمران وتوسعاته في منطقة الدراسة.

♦ يتناول (علي ، ٢٠٠٠) العلاقة بين المناخ والحركة السياحية في مصر. وقد بحث تأثير الظروف المناخية في مواسم الحركة السياحية وحدد المعاملات الارتباطية بين حجم السياحة (عدد السياح العرب وغيرهم) ، وبين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية. وقد أثبت أن العلاقة بين درجة الحرارة العظمي وإجمالي عدد السياح علاقة طردية ، إذ بلغ معامل الارتباط..٦٩ وقد حدد الأنماط الشهرية للمناخ الفسيولوجي ، واستخدام " قرينة توم " لتحديد راحة الإنسان وفق درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية. وقد حدد المناخ المثالي لراحة الإنسان في إنه المناخ الذي يتراوح فيه المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء ما بين ١٨ – ٢٠ درجة مئوية ، ورطوبته النسبية ما بين ٤٠ – ٦٠%. وقد انتهي إلى تقسيم مصر إلى أقاليم وفق الفترات المرشحة من الناحية المناخية لراحة الإنسان وبالتالي للجذب السياحي في :

- الساحل الشمالي الشرقي : أبريل ومايو ونوفمبر.
- الساحل الشمالي الغربي : مايو وأكتوبر.
- جنوب سيناء والبحر الأحمر : نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير.
- مصر الوسطي : شهور الربيع والخريف.
- مصر العليا الجنوبية : نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير ومارس.
- وينتهي الباحث إلى أن عنصر درجة حرارة الهواء أكثر تأثيراً في الحركة السياحية في مصر عن سواه ، وتليه في ذلك عنصر الرطوبة النسبية.

♦ يتناول (Zahran, 2000) العلاقة التأثيرية للمناخ في توزيع النبات الطبيعي وخصائصه في مصر. وقد حدد الباحث أهم الأنواع النباتية التي تنمو تحت الظروف المناخية السائدة في مصر. وقد انتهى الباحث إلى تحديد مناخ مصر في كونه مناخ صحراوي يندرج تحت نوعين من الأقاليم الصحراوية هي :

- إقليم جاف Arid province فيما بين دائرتي عرض ٣٠ – ٣٢ درجة شمالاً.
- إقليم جاف قاحل Hyper Arid province فيما بين دائرتي عرض ٢٢ – ٣٠ درجة شمالاً.
- وقد حدد التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في مصر في : الصحراء الغربية – الصحراء الشرقية – صحاري سيناء. كما حدد الأنواع النباتية الأكثر انتشاراً في البيئات الجغرافية في مصر ، حيث أن نبات المانجرون الأكثر انتشاراً في إقليم المناخ القاحل الجنوبي في سواحل البحر الأحمر ورأس محمد ، بينما ينتشر نبات العرعر في المناطق الجبلية في سيناء. ويوصي الباحث بضرورة الاستفادة من النباتات الطبية التي تنتشر في صحاري سيناء لارتفاع قيمتها الاقتصادية.

♦ يقوم (Sharaky, 1990) بدراسة جيومورفولوجية عن الكثبان الرملية والحيود الرملية في المناطق الصحراوية الأفريقية بالتطبيق على منخفض الداخلة في الصحراء الغربية المصرية. وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أنواع الكثبان الرملية وأشكالها وتوزيعها في منخفض الداخلة تحت تأثير سرعة الرياح واتجاهها. ويعتمد الباحث على محطة أرصاد الداخلة فيما يتعلق ببيانات درجة حرارة الهواء ١٩٣١ – ١٩٧٥ ، الرطوبة النسبية ١٩٥٦ – ١٩٧٥ ، سرعة الرياح واتجاهها ١٩٧٠ – ١٩٧١ ، قياسات التبخر ١٩٣١–١٩٧٥ وقد انتهى الباحث إلى أن الرمال في الكثبان الرملية

أكثر استدارة من مثيلاتها في الكثبان الهلالية ، مفسراً ذلك بإرجاعه إلى زيادة مساحة سطح الكثبان الطولية المعرضة لتأثير الرياح.

♦ يتناول (Salm, 1999) طاقة الرياح في مصر من حيث إمكانية الاستفادة منها توليد الطاقة النظيفة المتجددة. وقد اعتمد البحث على بيانات ٢١ ، محطة أرصاد جوية موزعة في ثلاثة نطاقات : نطاق البحر المتوسط – نطاق البحر الأحمر – المناطق الداخلية لرصد سرعة الرياح واتجاهها (وإن كان لم يحدد سنوات الدراسة) وقد انتهى البحث إلى عدد من النتائج ، يذكر منها :

- إن فاعليات استخدام أنظمة طاقة الرياح واعدة في إنتاج الطاقة النظيفة في مصر خاصة وإن الرياح الضعيفة (أقل من ٣,١ م/ث) نادرة التكرار.
- تعتبر منطقتي البحر الأحمر والبحر المتوسط هي أكثر المناطق التي تسود فيها الرياح شديدة السرعة.
- أن أكثر المناطق التي ترتفع فيها فاعليات استخدام الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في مصر (على أساس أن ذلك يحتاج إلى رياح تتراوح سرعتها ما بين ٥ – ٦ م/ث) هي :
  - منطقة البحر المتوسط : سيدي براني – مرسي مطروح – الضبعة – بورسعيد.
  - منطقة البحر الأحمر : رأس بناس – الغردقة.
  - المناطق الداخلية : وادي النطرون – بني سويف.

♦ تبحث (حمادة ، إيملي ، ٢٠٠٠) في العلاقة بين تلوث الهواء بالدخان والغبار في مصر وبين ظروفها المناخية. ويعتمد البحث على ٥٨ محطة رصد بيئي (لرصد ملوثات الهواء الصلبة) لمدة ٥٣ شهراً ، بالإضافة إلى

بيانات الأرصاد الجوية لجميع محطات الرصد المناخي التي تتوزع في ١٦ محافظة مصرية خلال نفس شهور الدراسة.

ويستهدف البحث تحديد الأبعاد التأثيرية للعناصر المناخية ومدى مساهمتها في تحديد تركيز الملوثات الصلبة في المحافظات المصرية. هذا فضلاً عن إبراز الفروق السنوية والفصلية والشهرية للتلوث بالدخان والتلوث بالغبار ، ومحاولة تفسيرها من خلال تحليل الدور الإيجابي لبعض العناصر المناخية (دور الأمطار في الإزاحة الطبيعية لهذه الملوثات) والدور السلبي لبعضها (دور الرياح في توليد ونشر الملوثات الصلبة خاصة في أثناء العواصف الرملية والترابية) في تحديد مستويات الدخان والغبار في مصر. وقد انتهى البحث إلى بعض النتائج منها :

- يعتبر فصل الشتاء أكثر الفصول من حيث متوسط التلوث بالدخان والغبار على حد سواء.
- تمتد القمة الشهرية للتلوث بالدخان ما بين شهري أكتوبر ويناير ، بينما تمتد بالنسبة للغبار ما بين شهري يناير ومارس.
- تسهم أحوال الطقس الطارئة في ارتفاع درجة تركيز ملوثات الهواء الصلبة خلال فترات زمنية محددة وقصيرة.

تبحث (Elzein Nada, 1996) العلاقة بين المناخ والفلك من خلال دراسة أبعاد العلاقة الاحتمالية بين سقوط المطر وأوجه القمر في السودان. ويهدف البحث إلى تحديد تأثير جاذبية القمر في حالتي المحاق والبدر (المد العالي) على كمية الأمطار في السودان. وينطلق هذا البحث الطريف من خلال القاعدة العلمية لوصول قوة جاذبية القمر إلى أقصاها في حالتي المحاق والبدر في أثناء المد العالي Spring Tide ، ومن ثم فإن قوة جاذبية القمر للمسطحات المائية تصل إلى أعلى مستوى لها.

كما أن قوة جاذبية القمر تؤثر في الغلاف الجوي ومحتواه من بخار الماء وتوزيع السحب.

ويسعى هذا البحث إلى محاولة التحقق من المثل الشعبي السائد في السودان "لا مطر في ليالي البدر" (No Rain at Full Moon Nights). وقد اعتمد البحث على بيانات المطر في ثلاث محطات في السودان لمدة ١٠ سنوات. واهتم البحث بتحليل عدد الأيام المطيرة ، وكمية المطر خلال أيام المحاق والبدر خلال هذه المدة في المحطات الثلاث. وقد انتهى البحث إلى بعض النتائج منها :

- أن كمية المطر ترتبط بعلاقة واضحة مع أوجه القمر ، وتحديداً في حالتي البدر والمحاق ، إذ يؤثر في حركة السحب وتوزيعها ومن ثم كمية الأمطار.
- أن العلاقة بين كمية المطر وأوجه القمر في حالتي البدر والمحاق ، يمكن إيجازها في " ينخفض معدل كمية المطر وكثافتها في حالتي المحاق والبدر ".

٥. مشكلات بيئية مناخية :-

٥-١ مشكلة السيول والفيضانات:-

- قام الباحث (قاسم ، ١٩٩٦) بدراسة تطبيقية لأثر سيول نوفمبر ١٩٩٤ في إحدى قري مركز أسيوط مستخدماً بيانات محطة أسيوط للأرصاد الجوية خلال الفترة ١٩٩١ - ١٩٩٤. وقد اهتم الباحث بتحليل بيانات المطر الشهرية والفصلية والسنوية خلال هذه الفترة الزمنية القصيرة. وقد انتهي إلى أن احتمالات سقوط المطر الفجائي الغزير أكثر توقعاً في نصف السنة الشتوي من نوفمبر إلى فبراير • ويتوقع أن تكون كمية الأمطار خلال شهري نوفمبر وديسمبر أكبر من مثيلتها في شهري يناير وفبراير

♦ قد قام الباحثان (Tolba & Dawod, 1998) بدراسة أخرى عن السيول في شهر نوفمبر ١٩٩٤ على شرق مصر. وقد اعتمد البحث على بيانات متوسط درجة حرارة المياه السطحية في المحيط الهندي فيما بين دائرتي عرض ٢٠ درجة شمالاً وجنوباً وخطي طول ٤٠ – ٨٠ درجة شرقاً ، خلال شهري أكتوبر ونوفمبر للفترة ١٩٥٠ – ١٩٩٧. وقد استخدم البحث صور الأقمار الصناعية وبيانات طبقات الجو العليا لسرعة الرياح واتجاهها على ارتفاعات مختلفة من صفر – ٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر في محطة أسوان في يوم ٣١ أكتوبر ١٩٩٤ ويومي ١و٢ نوفمبر ١٩٩٤. ويهدف البحث تحليل العناصر الجوية التي أدت إلى حدوث هذه السيول على شرق وجنوب مصر في نوفمبر ١٩٩٤. وقد انتهى البحث إلى عدة نتائج منها :

- وجود تيار نفاث منخفض (بارتفاع ٢ – ٣ كم ، وبسرعة ٣٠ م/ث وباتجاه ١٥٠ – ٢٠٠) يعمل على دفع بخار الماء من فوق منطقة المحيط الهندي إلى شرق وشمال مصر حيث يكون اتجاهه موازياً لسلاسل جبال البحر الأحمر. وقد أدى هذا التيار إلى حدوث حالة عدم استقرار.
- إن ارتفاع متوسط درجة حرارة المياه السطحية في المحيط الهندي عن المعدل العام خلال شهري أكتوبر ونوفمبر ، كانت أحد أسباب حدوث هذه السيول.

♦ قام (Eissa & Others, 1999) بدراسة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحليل أسباب السيول على شبة جزيرة سيناء في مصر.

وقد اعتمد البحث على استخدام برنامج الموارد الطبيعية (NRA) المنبثق من مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار لمجلس الوزراء المصري (IDSC) في تطوير نظام دعم اتخاذ القرار (DSS) لتطوير كيفية إدارة السيول المحلية في

شبة جزيرة سيناء للاستفادة من مياه الأمطار في تنمية سيناء. ويعتمد هذا النظام على أجزاء الدراسات التكاملية باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية وفقاً لبيانات الاستشعار عن بعد ، وبيانات الأرصاد الجوية، والدراسات الجيومورفولوجية ، والنماذج الهيدرولوجية ، في إمكانية التوصل إلى تحليل لمشكلة السيول في سيناء بأقصى درجة دقة ممكنة. وقد انتهي البحث إلى التوصل لنموذج إحصائي دقيق لدراسة السيول وتأثيرها في تشكيل جيومورفولوجية أحواض الأودية في سيناء. هذا فضلاً عن أعداد خريطة لأقاليم المطر في مصر للاستفادة منها في برامج التنمية.

- قام (Moursy & Others, 1999) بدراسة السيول التي حدثت في مصر ١٩٩٤. وقد قام البحث بدراسة أربعة حالات لهذه السيول :
  - ١ – ١٩٩٤/١١/٥
  - ١٥ – ١٦ /١٩٩٤/١١
  - ٢٧ – ١٩٩٤/١١/٣٠
  - ٢ – ١٩٩٤/١٢/٤

وقد اعتمد البحث على بيانات يومية للمطر في ١٦ محطة أرصاد جوية في فترات هذه السيول، وقد انتهت الدراسة إلى عدة نتائج من بينها:

- اتضح وجود حالة عدم استقرار في فترات حدوث هذه السيول ، وذلك من خلال تحليل خرائط الطقس السطحية ، وخرائط الطقس لطبقات الجو العليا في أيام هذه السيول.
- أن هناك علاقة قوية بين نظم الضغط الجوى المرتفع فوق جنوب أفريقيا ، وبين نظم الضغط الجوى المنخفض فوق المناطق الجنوبية للبحر الأحمر وشمال السودان.
- إن شدة السيول ترتبط بتذبذب نظم الضغط الجوى الثابت فوق أوروبا والبحر المتوسط.

- أن منطقة الوادي الجديد وتوشكي في مأمن من أخطار هذه السيول

♦ يدرس (داود ، ٢٠٠٢) الأمطار والسيول على البحر الأحمر وسيناء ومدي ارتباطهما بالتيار النفاث المنخفض الجنوبي على مصر. وقد اهتم الباحث بدراسة وتحليل ٥ سيول في مصر :

- سيل ١٥ – ٢٠ أكتوبر ١٩٧٩
- سيل ١٥ – ١٦ أكتوبر ١٩٨٧
- سيل ١٢ – ١٣ أكتوبر ١٩٩١
- سيل ١ – ٢ نوفمبر ١٩٩٤
- سيل ١٧ – ١٨ أكتوبر ١٩٩٧

وقد اعتمد البحث على بيانات ٧ محطات أرصاد جوية في وادي العريش وشمال سيناء ، و٣ محطات أرصاد جوية على ساحل البحر الأحمر ، و٣ محطات أرصاد جوية في جنوب مصر. وقد انتهي البحث إلى نتائج منها :

- وجود تيار نفاث منخفض على ارتفاع يتراوح ما بين ٢,٥ – ٣,٠ كم ، ويتحرك بسرعة ٣٥ م/ث ، واتجاهه ١٥٠° – ٢٠٠° ، وهذا التيار مسئول عن حدوث حالة عدم الاستقرار على البحر الأحمر ومن ثم حدوث السيول.
- يوجد تغير كبير في نمط وكمية الأمطار التي تسقط على حوض وادي العريش من المنبع حتى المصب ، وكذلك كمية الأمطار على ساحل البحر الأحمر.
- ويوصي البحث بضرورة رفع حالة الاستعداد والتأهب لاحتمالات حدوث السيول من أول شهر أكتوبر إلى منتصف شهر نوفمبر في محافظات سيناء والبحر الأحمر لمحاولة الحد من أخطار السيول.

٥-٢ مشكلة الجفاف والتصحر :

◆ يناقش (عبدالقادر ومنصور ، ١٩٩٨) الأساس الجغرافي لمشكلة التصحر من خلال بحث :

- التصحر من حيث مفهومه وتكوينه وحالاته.
- التوزيع الجغرافي سواء في المناطق الجافة أو شبه الجافة والمناطق الرطبة على مستوى القارات. ويبحث في المساحات المعهددة بالتصحر في الوطن العربي واتجاهها سواء نحو الاستقرار أو الزيادة ودرجة هذه الزيادة خلال عامي ١٩٧٧ – ١٩٨٥ ، بهدف المقارنة بينهما. وقد انتهي فيما يتعلق بدول حوض النيل إلى :

  - أثيوبيا : تكمن مشكلة التصحر في تدهور المراعي ، واستنزاف الغابات، وبعض المشكلات المتعلقة بالزراعة البعلية ، وزحف الكثبان الرملية.
  - كينيا : تعاني من زيادة في المساحات المتعرضة أو المعهودة بالتصحر سواء بسبب تدهور المراعي ، أو استنزاف الغابات ، أو تدهور نظام الري.
  - السودان : تعاني من زيادة واضحة في المساحات المعهودة بزخف الكثبان الرملية ، وبعض الزيادة في تدهور المراعي ، واستنزاف الغابات ، وتدهور نظام الري.
  - أوغندة : ترتبط مشكلة التصحر بزيادة تدهور المراعي ، وبعض المشكلات المرتبطة بالزراعة البعلية.

- الضوابط الطبيعية للتصحر ويبحث من خلالها المناخ كعنصر أساسي ومحوري لهذه المشكلة. هذا فضلاً عن تدهور المراعي الطبيعية وتدهور خصوبة التربة.

- الضوابط البشرية للتصحر ، ويبحث دور الإنسان ومساهماته المباشرة وغير المباشرة في تفاقم هذه المشكلة ومنها الزيادة السكانية.
- تدمير الغطاء النباتي – الزراعة الحديثة – أساليب الري المستخدمة.
- التصحر في السودان ، ويدرس مشكلة التصحر في إقليم كردفان.
- عواقب التصحر ، ويستعرض جملة المشاكل المرتبطة بالتصحر مثل إزالة الغطاء النباتي – فقدان الأراضي المزروعة بالأمطار – تناقص نسبة الاكتفاء الذاتي من الأغذية – تفشي الفقر – زيادة معدلات الهجرة.
- ومما يذكر ، أن الباحث قد حصر أكثر الدول تأثراً بالتصحر في قارة أفريقيا في أثيوبيا والسودان ، إذ بلغ عدد المتأثرين بالتصحر ٦,٨ و ٦,٠ مليون نسمة في كل منهما على التوالي في أبريل ١٩٨٦.
- تنتهي هذه الدراسة إلى محاولة وضع بعض الحلول لمكافحة مشكلة التصحر الخطيرة في بعض دول حوض النيل.

• يهتم (قايد ، ١٩٨٨) بدراسة الجفاف في أفريقيا من خلال تعريف الجفاف وتحديد الفرق بين الجفاف والمجاعة وقلة المطر. ويعتبر حالة الجفاف معبرة عن انخفاض فاعلية المطر نتيجة لارتفاع درجة حرارة الهواء في موسم المطر. ويسعى الباحث إلى تحديد الدورات المنتظمة أو المحتملة للجفاف بصفة عامة والجفاف في أفريقيا بصفة خاصة. وقد استنتج الباحث عدم انتظام فترات الجفاف سواء من حيث فتراتها أو مدتها. وقد أوضح الباحث تأثر مصر بموجات قلة المطر التي تحدث في إقليم الساحل الأفريقي منذ عام ١٩٧٩. وينتهي الباحث إلى وضع العديد من المقترحات التي من شأنها الحد من الآثار البيئية للجفاف في أفريقيا ، وتوعية السكان بمشاكل إقليمهم الطبيعية للحد من مشاكل النازحين واللاجئين.

- يدرس (بلبع وماهر، ١٩٩٠) التصحر في الوطن العربي. ويناقش البحث أسباب التصحر في الوطن العربي خاصة تأثير المناخ كمسبب أساسي للجفاف ، وما يرتبط به من تدهور للمراعي الطبيعية والغابات ، فضلاً عن التأثير السلبي لتذبذب كمية الأمطار في الزراعة البعلية. كما يبحث آليات تصحر الأراضي الناتج عن انجراف التربة بفعل الجريان السطحي. وتتناول هذه الدراسة بحث تفصيلي لمشكلة التصحر وأبعادها ودرجة خطورتها في كل من مصر والسودان. ومما يذكر أن الباحثين (بلبع وماهر ، ١٩٩٩) قد تناولا ذات الدراسة مع تقديم جزء تفصيلي لمشكلة التصحر في مصر.

- يدرس (عوض ،١٩٩٣) أبعاد وخطورة الرعي الجائر في أفريقيا وما يستتبعه من تفاقم مشكلة التصحر. إذ يبحث تدهور المراعي الطبيعية في مناطق الحشائش على سطوح الهضبة الأثيوبية وجنوب السودان. هذا فضلاً عن تأثير الرعي الجائر في المناطق الصحراوية في كل من مصر والسودان ، والمناطق الجبلية في كل من أثيوبيا وكينيا وتنزانيا وأوغندة. ويركز الباحث على دراسة القيمة الفعلية للأمطار في قارة أفريقيا من خلال دراسة علاقتها وتأثرها بعنصري درجة حرارة الهواء وكمية التبخر. ويستعرض الباحث فترات الجفاف التي تعرضت لها القارة. وينتهي البحث إلى مجموعة من التوصيات لمكافحة التصحر والحد من آثاره السلبية.

- يبحث (على ، ١٩٩٣) مشكلة التصحر من منطلق كونها إحدى المشكلات البيئية الناتجة عن تغير المناخ. ويدرس مشكلة التصحر من حيث أسبابه (تعرية التربة – زحف الكثبان الرملية – تناقص الغطاء النباتي – تناقص كمية المطر). وينتهي الباحث إلى محاولة طرح أكثر من رؤية لمكافحة التصحر من خلال تعديل الظروف المناخية قدر الإمكان ، وفي الحدود الاقتصادية المقبولة على المستوي العالمي. إذ يناقش فكرة زيادة كمية المطر بطرق صناعية – فكرة جزيرة الاسفلت – فكرة سحابة الكربون وغيرها.

- يركز (البتانوني ،١٩٩٦) على مشكلات التصحر في مصر من خلال تحديد أسباب التصحر وتوزيعه الجغرافي في مصر. ويدرس حالات التصحر في أراضي المراعي في الساحل الشمالي لمصر ، وبعض مناطق الدلتا والوادي ، فضلاً عن الواحات في الصحراء الغربية. ويعرض الباحث التأثير السلبي لزحف الرمال وتحرك الكثبان في تفاقم مشكلة التصحر فيما أطلق عليه " زحف الصحراء Desert Encroachment ". وقد دعا الباحث إلى ضرورة البحث العلمي المكثف فيما يتعلق بأسباب مشكلة التصحر في مصر وأبعادها ونتائجها على مدى توفر الموارد الغذائية لمجابهة الزيادة السكانية المطردة.

- قد قام الباحث (عبدالرازق ، ١٩٩٨) بالتأريخ لتطور مشكلة التصحر وارتباطها بالجفاف في ٣٦ دولة أفريقية من بينها السودان وأثيوبيا. وقد أبرز تفاقم المشكلة في كل من أثيوبيا والسودان بما لها من أبعاد بشرية وسياسية تكمن في زيادة عدد اللاجئين على الحدود الأثيوبية السودانية ، والحدود الأثيوبية الصومالية. وقد أوضح أن حوالي مليون نسمة في إقليمي دارفور وكردفان بالسودان في حاجة إلى إعانات عاجلة لمجابهة المجاعات والجفاف ، بالإضافة إلى حوالي ٦ مليون نسمة في أثيوبيا. وقد عرف الباحث التصحر على كونه تدهور الأراضي شبه الجافة نتيجة الظروف المناخية ومن بينها عنصر المطر وتناقصه وتذبذبه ، فضلاً عن الأنشطة البشرية التي تسهم في تفاقم المشكلة. وهكذا فإن التصحر من هذا المفهوم يختلف عن الجفاف الذي يرتبط فقط " بانخفاض الهطول انخفاضاً ملحوظاً ، فيصبح دون المستويات الطبيعية المسجلة بسبب اختلالاً هيدرولوجياً خطيراً يؤثر تأثيراً معاكساً على نظم الإنتاج لموارد الأراضي ". وقد أوصى الباحث بضرورة تفعيل دور منظمة الوحدة الأفريقية في مجابهة أخطار الجفاف والتصحر وما يتبعهما من مجاعات خاصة في دول أثيوبيا والسودان وكينيا وبورندى. ويوصي أيضاً بمراقبة الجفاف والتصحر ومحاولة التنبؤ بكمية

المطر السنوية ، واحتمالات حدوث الجفاف خاصة في منطقة الصحراء الكبرى الأفريقية ، وكذا إقليم الساحل الأفريقي.

- ناقشت (الافندى ، ليلي ، ١٩٩٨) التدهور البيئي في واحة سيوه نتيجة الظروف المناخية السائدة ، فضلاً عن محاولة طرح إمكانيات وسبل تنمية واحة سيوة في مصر واستعرض البحث خصائص العناصر المناخية في واحة سيوة مستخدماً بيانات العناصر الجوية لمحطة سيوة خلال الفترة ١٩٨٦–١٩٩٥. وقد ركز البحث على تحليل خصائص درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وتأثيرهما معاً في كمية التبخر ، ثم انعكاس هذه العناصر مجتمعة في تحديد القيمة الفعلية للأمطار ، ومن ثم تحديد درجة القحولة في الواحة. وأهتم البحث بدراسة سرعة الرياح ، وحساب النسبة المئوية لتكرار الرياح التي تزيد سرعتها عن ١٤,٢ كم/ساعة لمالها من أثر بالغ في عملية زحف الرمال وتحرك الكثبان مما يهدد الأراضي بالتصحر.

- هذا وإن كانت مشكلة التصحر والجفاف من نتاج أحوال مناخية محددة تؤدي إلى تدهور المراعي والغطاء النباتي ، فإنه على الجانب الآخر ، قطع الغابات وإزالة الحشائش لهدف أو لآخر ، ينتج عنه تغيراً في أحوال المناخ. إذ يتناول الباحث (Elsayem, 1989) تأثير قطع الغابات الاستوائية على كمية المطر في وسط السودان وقد استخدم البحث بيانات موسم المطر الصيفي (أبريل إلى أكتوبر) في ٨ محطات أرصاد جوية بالسودان خلال الفترة ١٩٥٣ – ١٩٨٣. وقد قام بتحليل بيانات المطر وعلاقتها بالمعدات الشهرية لدرجة حرارة الهواء ، ودرجة حرارة نقطة الندي ، واتجاه الرياح وسرعتها. وقد أثبتت هذه الدراسة ، أن التغير في كثافة الغابات في أفريقيا قد تبعه تغير في خصائص الكتل الهوائية التي تغزو أواسط السودان. وقد حصر الباحث سمات هذا التغير في عام ١٩٨٣ مقارنة بالأحوال المناخية في وسط السودان في عام ١٩٥٣ في بعض الجوانب ويذكر منها :

- ارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض عدة درجات مئوية ، بينما تنخفض درجة حرارة نقطة الندي ١٩٨٣ مقارنة بمثيلاتها ١٩٥٣ نتيجة لقطع المزيد من الغابات الاستوائية.
- انخفضت سرعة الرياح الموسمية الجنوبية الغربية وكذلك التيارات الهوائية الشرقية (في طبقات الجو العليا على ارتفاع ٧٠٠ ملليبار فيما أكثر) في أثناء موسم المطر على وسط السودان.

٥-٣ مشكلة تعرية التربة وانجرفها :

- يناقش (وصيف ، ١٩٩٦) مشكلة انجراف التربة بفعل الرياح وانعكاس ذلك في تفاقم مشكلة التصحر. ويقسم انجراف التربة بفعل الرياح وفقاً لسرعتها إلى أربع درجات تعكس في الواقع درجة خطورة الانجراف، وهي:

أ) انجراف خفيف : سرعة الرياح ١٢ : ٤٠ كم/ساعة

ب) انجراف ظاهر : سرعة الرياح ٤٠ : ٧٥ كم/ساعة

ج) انجراف شديد : سرعة الرياح ٧٥ : ١٢٠ كم/ساعة

ويحصر الباحث أضرار انجراف التربة في مجالين : مجال الإنتاج الزراعي وما ينتج عنها من انخفاض الإنتاجية ، ومجال الوسط البيئي وما ينتج عنها من انتشار مشكلة التصحر. ويحدد الباحث العوامل التي تتحكم في عملية الانجراف وهي :

- عوامل الطاقة : ترتبط بقدره الرياح على جرف التربة Erosivity
- عوامل المقارنة : ترتبط بطاقة التربة وخصائصها.
- عوامل الحماية : ترتبط بكثافة الغطاء النباتي ونوعه.

وقد حدد الباحث مراحل الانجراف الريحى ما بين التنشيط والنقل والترسيب. ووضع معادلة للانجراف الريحي لتقدير الفاقد من التربة بفعل الرياح تحت تأثير درجة حرارة الهواء ، ودرجة حرارة التربة ، والتبخر ، ومجمل

تأثيرها وانعكاساتها في رطوبة سطح التربة. وقد أوصي الباحث باتباع عدة وسائل من شأنها الحد من خطورة الانجراف الريحي تحت نظام الزراعة البعلية وهي :

- الزراعة الشرائطية بزاوية قائمة مع اتجاه الرياح.
- كاسرات الرياح والأحزمة الخضراء لتكسر سرعة الرياح.
- استخدام عملية حرث الأرض في أضيق الحدود.

◆ يناقش الباحث (Samak, 1999) مشكلة الانجراف الريحى لبعض أنواع من التربة الصحراوية في أفريقيا مستخدماً المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في محطة مطار القاهرة للفترة ما بين ١٩٦٨ - ١٩٩٧. وقد انتهى البحث إلى تقييم طاقة الرياح في مصر وقد صنفها بأنها " طاقة رياح عالية " وفق التصنيف العالمي لطاقة الرياح.

◆ يتناول الباحثان (Moursy & Gaber, 1999) طاقة حركة الرمال في بعض المناطق الصحراوية بمصر بهدف تقييم ظاهرة انجراف التربة بواسطة النحت الريحى مع التطبيق على منطقة الخانكة. وقد أهتم البحث بحساب وردة الرياح خلال بعض العواصف الرملية لقياس كمية الفاقد من التربة المنجرفة. وقد استخدم البحث المعادلة العامة لانجراف التربة للتنبؤ بكمية الفقد من التربة في منطقة الخانكة. وقد قدرت هذه الكمية ب ١٥ طن/هكتار/سنوياً تحت تأثير الظروف المناخية الأخرى بمنطقة الدراسة.

◆ يتناول (Attia, 1999) الانجراف المائي للتربة في البيئات شبه الجافة في قارة أفريقيا ويهدف البحث إلى تحديد درجة خطورة الانجراف بفعل المياه وفقاً لكمية التساقط ودرجة تركيزها ، ومن ثم تحديد كمية الفاقد من التربة باختلاف أنواعها. وقد اعتمد البحث على أجراء بحث تجريبي معملي باستخدام جهاز مطر صناعي لمعرفة تأثير الانجراف المائي ودرجة خطورته على التربة تحت ظروف مختلفة من المطر ودرجة انحدار التربة.

وقد أجري بحوثه المعملية على عينة من التربة الجيرية والتربة الرملية الأكثر انتشاراً في مصر ، إذ أخذت العينة الجيرية من مرسي مطروح ، والعينة الثانية من شمال سيناء. وقد انتهي الباحث إلى النتائج التالية :

- تنخفض خطورة مشكلة الانجراف المائي للتربة في البيئات الأفريقية شبة الجافة خاصة عند المنحدرات ذات التربة الجيرية في سنوات ندرة المطر.
- تكون خطورة المشكلة متوسطة تحت ظروف معدلات المطر الطبيعية.
- لا توجد مشكلة الانجراف بفعل المياه نهائياً في التربة الرملية في حالة ندرة المطر ، ولكنها تتأرجح ما بين خفيفة إلى متوسطة في الفترات المطيرة الطويلة نسبياً ، وإن كان ذلك يتوقف على تركيز المطر ودرجة انحدار سطح الأرض.

◆ يتناول الباحث (Omar, 2000) تقييم بعض عوامل التربة وعناصر المناخ في انجراف التربة والجريان السطحي تحت ظروف الساحل الشمالي الغربي في مصر. ويناقش الباحث التعرية بفعل المياه أو بفعل الجريان السطحي ، وقد قسمها إلى :

- تعرية بفعل قطرات المطر Raindrop Erosion
- الإنجراف Rill Erosion
- الانزلاق الصفيحي Sheet Erosion
- بفعل انسياب قنوات المياه الواسعة Gully Erosion
- بفعل الجداول المائية Stream Channel Erosion

وقد استعرض الباحث خصائص العناصر المناخية (المطر – درجة حرارة الهواء – الرياح – الرطوبة النسبية – الإشعاع الشمسي) في منطقة الساحل الشمالي الغربي من مصر ، ولكن في إطار سريع وموجز وقد انتهت هذه الدراسة إلى عدة نتائج منها :

- أثرت شدة المطر تأثيراً إيجابياً في زيادة معدل الفاقد من التربة حيث بلغت نسبة الزيادة في فاقد التربة ٣٨,٩% ، ١٢١,١% ، ٢١٧,٦% حينما بلغت كمية المطر ٢٠ملم / سنوياً ، ٣٠ملم / سنوياً ، ٤٠ ملم / سنوياً على التوالي بمقارنتها بالفاقد في حالة شدة المطر ١٠ ملم / سنوياً.
- هناك علاقة طردية قوية بين قطر قطرة المطر ، وبين مقدار الفاقد من التربة بالانجراف.

٥-٤ مشكلة تغير المناخ :

♦ يتناول الباحث (El-Asrag, 1983) دراسة العوامل المؤثرة في تغير المناخ في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من خلال بحث الظروف المناخية العامة. وقد اهتم الباحث بتحليل خصائص الضغط الجوي والظاهرات الجوية المرتبطة به على مدار الفصول الأربعة. وقد قام بالتحليل الكمي للتقديرات المناخية المحتملة. وقد انتهى إلى وضع بعض التقديرات المناخية المحتملة لمنطقة الدراسة.

♦ يناقش الباحث (Magadza, 1991) بعض التغيرات المناخية المحتملة في النطاق البيئي الإفريقي. وقد حلل الباحث ظاهرة الدفء العالمي ، وتأثيرها في التغير في مصادر المياه مع التطبيق على منطقة بحيرة فيكتوريا حيث منابع النيل الاستوائية. وقد توصل إلى بعض التغيرات وهي :

- تناقص كمية التساقط بنسبة ١٠%.
- زيادة التبخر بنسبة ١٢%.
- ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ٣ درجة مئوية.
- انخفاض الجريان السطحي بنسبة ٤٠%.

وقام الباحث بالتطبيق على المناطق الغابية في زائير وأوغندة، واستنتج :

- لا يتوقع في هذه المناطق زيادة مؤثرة أو واضحة في كمية التساقط.

- يتوقع البعض زيادة في كمية التساقط على السواحل فقط ، وإن كان تأثير هذه الزيادة ليس واضحاً بسبب شدة الحرارة وارتفاع معدلات التبخر.

<u>وقد توصل الباحث إلى بعض النتائج ، ومن أهمها :</u>

- إذا كان تغير المناخ في أفريقيا يشير إلى زيادة محتملة في كمية التساقط في مناطق الغابات المدارية ، إلا أنه سيؤدي إلى جفاف في المناطق شبه الرطبة.
- إن نصيب المناطق الداخلية من القارة من الزيادة المحتملة في كمية التساقط أقل من نصيب المناطق الساحلية منها.

♦ يناقش الباحث (El-Asrag, 1999) التغير المناخي في مصر ومدى تطابقه مع التغير العالمي مستخدماً بيانات ٣٠ محطة أرصاد جوية في مصر خلال الفترة ١٩٦١ – ١٩٩٧. وقد قام بتحليل التغيرات والانحرافات السنوية لعناصر: متوسط درجة الحرارة اليومي ، ومتوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى ، ودرجة الحرارة العظمى والصغرى المسجلة ، والمدى الحراري اليومي والشهري والفصلي والسنوي، وكمية المطر ، والرطوبة النسبية ، والضغط الجوي عند مستوى سطح البحر ، إجمالي كمية السحب ، والإشعاع الشمسي. وقد عقد الباحث مقارنة بين معدلات هذه العناصر المناخية في مصر وبين مثيلاتها في بعض محطات الأرصاد الجوية العالمية خلال فترة الدراسة. وقد انتهي البحث إلى عدة نتائج ، منها :

- هناك توافق بين زمن حدوث التغيرات في متوسط درجة حرارة الهواء في مصر مع بعض التغيرات العالمية خاصة خلال العقد الأخير ، ولكن بنسبة قدرت بحوالي ٣٥% من أجمالي التغير في نصف الكرة الشمالي ١٩٩٧.
- بينما حدثت زيادة في كمية التساقط على الساحل الشمالي الغربي لمصر ، حدث تناقص في الأجزاء الأخرى من الصحراء خاصة في

السودان على الهوامش الجنوبية من الصحراء الكبرى الأفريقية ، وقد كان ذلك تأثراً بظاهرة النينو .

٦. التنبؤات الجوية :

- قام الباحث (Hulme, 2000) بدراسة تغير مناخ قارة أفريقيا خلال الفترة ١٩٠٠ - ٢١٠٠ مستخدماً شبكة من محطات الأرصاد الجوية تغطي القارة. وقد قام بتحليل بيانات العناصر المناخية لهذه المحطات خلال القرن العشرين ١٩٠٠ - ٢٠٠٠ مستهدفاً محاولة التنبؤ بسيناريوهات التغير في درجة حرارة الهواء والتساقط في قارة أفريقيا وبعض أقاليمها الجغرافية. وقد أهتم الباحث بدراسة احتمالات واتجاهات التغير في المتوسطات اليومية لدرجة حرارة الهواء والمدى الحراري اليومي وكمية التساقط السنوي ، والعلاقة بين كمية التساقط الفصلي وبين ظاهرة النينو ، وتلوث الهواء بالجسيمات الصلبة العالقة.

وقد استخدم الباحث النماذج العالمية الحديثة للمناخ بالإضافة إلى نماذج مناخية بسيطة ، محاولاً الربط بينهما بهدف الوصول إلى تحليل مناخي يسهم في التنبؤ بالتغير المحتمل في مناخ قارة أفريقيا خلال القرن الحالي. وقد انتهت هذه الدراسة إلى وضع أربعة احتمالات للظروف المناخية المستقبلية لقارة أفريقيا وأقاليمها الجغرافية.

- استخدم (Mohamed, Nur El-dayin, 1987) العديد من النماذج الرياضية لحل مشكلات التنبؤات الجوية بالسودان. وقد استخدم نموذج (Boundary Layer Mode, BLM) في تحليل الظروف الطبيعية العامة التي تتحكم في تشكيل الرياح المدارية وخصائصها التفصيلية في السودان.

- يحاول (Sirag, 1990) التنبؤ بدرجة الحرارة الدنيا في مدينة الخرطوم بالسودان. ويرى الباحث إنه بالرغم من أهمية عنصر الحرارة ، إلا أن هناك نقصاً واضحاً في الطرق والأساليب العلمية للتنبؤ بالدرجة الدنيا لحرارة

الهواء على وجه التحديد. يضاف إلى ذلك ندرة البحوث التي تناولت هذا العنصر. ويستهدف الباحث في هذه الدراسة محاولة توفير قاعدة معلوماتية يستفيد منها ويستند عليها في إيجاد أسلوب علمي دقيق ونموذج إحصائي يفيد في التنبؤ بدرجة الحرارة الدنيا ، ثم يستخدمه ويجري عليه هو وغيره تعديلات مستقبلية تحقق أقصى درجة ممكنة في الدقة عند التنبؤ بدرجة الحرارة الدنيا للهواء.

♦ يقوم (Awad, 1992) بالتنبؤ بكمية المطر الفصلي الصيفي في السودان مع التطبيق على محطة الأرصاد الجوية في الخرطوم. وقد قام الباحث بتحليل المطر الصيفي خلال الفترة من شهر مايو إلى شهر أكتوبر مستخدماً معامل الانحدار لدراسة العلاقة بين كمية المطر الصيفي (مايو – أكتوبر) وبين كمية المطر الشتوي (مارس – أبريل) معتبراً كمية المطر في شهر أبريل مؤشراً جيداً للتنبؤ بكميتها خلال شهر مايو. ولتحقيق هذا الهدف استخدم خرائط الطقس لطبقات الجو العليا فيما بين ٢٠٠ – ٨٥٠ هيكتوبسكال. وقد أثبتت هذه الدراسة ، أن التنبؤ بالكمية الدنيا والقصوى للأمطار تعطي نتائج أفصل وأدق في حالة الاعتماد على بيانات المطر خلال شهر مارس (كمؤشر للمطر خلال شهر مايو) مقارنة بشهر أبريل. وقد انتهت هذه الدراسة إلى ضرورة الاعتماد على بيانات المطر خلال شهر مارس فقط كعنصر أساسي للتنبؤ بكمية المطر القصوى والدنيا خلال موسم الصيف في مدينة الخرطوم بالسودان.

♦ يقوم (Sabah El-Kheir, 1997) بالتنبؤ بموسم المطر الصيفي في الخرطوم والقضارف فيما بين دائرتي عرض ١٤ – ١٥ درجة شمالاً تقريباً في السودان. ويعتبر الباحث تذبذب كمية المطر الصيفي مشكلة ملحة في السودان ، إذ تتأرجح كمية المطر ما بين الجفاف Drought وبين الفيضان Floods• وقد توصل الباحث إلى محاولة التنبؤ بكميته لأخذ الاحتياطات الواجبة لمواجهة كلا الخطرين. وقد توصل إلى معادلة تعتمد على كمية

المطر الصيفي الموسمي ودرجة حرارة الهواء العظمي صيفاً كمؤشر للتنبؤ بكمية المطر الصيفي في محطتي الخرطوم والقضارف كنموذج يمكن تعميمه على سائر محطات السودان في مرحلة مستقبلية.

◆ يقوم الباحث (Attia, 2000) بالتنبؤ الطويل لأمطار فصل الشتاء على الساحل الشمالي لمصر ومصر الدنيا مستخدماً البيانات الشهرية في ٩ محطات أرصاد جوية تغطي منطقة الدراسة لمدة ٢٠ سنة. وقام الباحث بتحليل بيانات المطر في هذه المحطات وربطها بدرجة حرارة المياه السطحية في البحر المتوسط. وقد انتهت هذه الدراسة إلى : أن هناك اختلاف في توزيع المطر الشتوي وكميته على ساحل مصر الشمالي ومصر الدنيا ، مما استدعي تقسيمها إلى نطاقتين :

- النطاق الأول : يشمل محطات الضبعة – مطروح – الإسكندرية – بور سعيد – مديرية التحرير – بهتيم.
- النطاق الثاني : يشمل جانكليس – المنصورة – بلبيس.

وقد اثبت البحث وجود علاقة وثيقة بين كمية المطر وتوزيعها سواء على ساحل مصر الشمالي أو في مصر الدنيا خلال فصل الشتاء ، وبين الشذوذ عن المعدل لدرجة حرارة المياه السطحية في البحر المتوسط وبعض مناطق من المحيط الهندي والمحيط الأطلنطي.هذا بالإضافة إلى ارتباط كمية المطر الشتوي (في النطاقتين) بظاهرة النينو.

◆ يحاول الباحثان (Eissa & Salem, 2000) التنبؤ بكمية الأمطار على القاهرة في مصر وقد استخدم البحث بيانات ٣٣ سنة لكمية الأمطار على مدينة القاهرة بهدف استنباط أدق نموذج رياضي إحصائي للتنبؤ المستقبلي بكميتها حتى عام ٢٠٢٢ . وقد تنبأ البحث بأن كمية المطر على القاهرة ستتراوح بين ٧٠ ملليمتراً/ سنوياً في عام ٢٠٠٤ ، وتصل إلى ٨٠ ملليمتراً/

سنوياً في عام ٢٠١٦ كأعلى كمية متوقعة للأمطار على القاهرة حتى عام ٢٠٢٢.

♦ يقوم (Eissa , 2000) بمحاولة التنبؤ طويل المدى بسيول رأس بناس على ساحل البحر الأحمر في مصر حتى عام ٢٠٣٢. وقد استخدم الباحث بيانات كمية المطر اليومية على محطة رأس بناس خلال الفترة ١٩٦٨ – ١٩٩٧. وقد عالج هذه البيانات وقام بتحليلها لاستنباط نموذج إحصائي مقترح يتم تطبيقه على البيانات المتجانسة المستقبلية عن طريق إضافة كل سنة مستقبلية مستنبطة من النموذج إلى قاعدة البيانات الأساسية ، ومن ثم يتم التنبؤ بكمية المطر السنوي للسنة التالية. وقد توصل الباحث إلى عدة نتائج منها :

- يتنبأ بحدوث سيول شديدة في عام ٢٠٠٧ و ٢٠١٩ بكمية مطر تصل إلى ٥٠ ملليمتراً/ سنوياً في كل منهما.
- يتنبأ بحدوث سيول متوسطة في الأعوام ٢٠٢٠ و ٢٠٢٥ و ٢٠٢٩ بكمية مطر تتراوح ما بين ٢٠ – ٤٠ ملليمتراً/ سنوياً في كل منها.
- يتنبأ بحدوث سيول خفيفة في الأعوام : ٢٠٠٣ و ٢٠٠٤ و ٢٠١١ و ٢٠١٣ بكمية مطر تتراوح ما بين ١٠ – ٢٠ ملليمتراً/ سنوياً في كل منها.

♦ يقوم الباحث (El-Helow, 2000) بالتنبؤ بالضباب على مطار القاهرة لكونه ظاهرة شائعة التكرار ولها أهمية بالغة في الملاحة الجوية. وقد اعتمد على تحليل بيانات الضباب في محطة مطار القاهرة خلال الفترة ما بين ١٩٧٣ – ١٩٩٢ ، بالإضافة إلى بيانات العناصر الجوية الأخرى المؤثرة في الضباب وتشمل الرطوبة النسبية ، ضغط بخار الماء ، نقطة الندى ، الضغط الجوي على المحطة ، مدى الرؤية ، الشابورة ، الأتربة المثارة ، التساقط ، وإجمالي كمية السحب التي تغطي السماء. وقد استعان الباحث

أيضاً ببيانات الضباب في محطات الأرصاد الجوية التي ترصد هذه الظاهرة في مصر. وقد لجأ الباحث لمزيد من الدقة إلى الاستعانة بتحليل البيانات الساعية خلال أيام حدوث الضباب واليوم السابق واليوم التالي للظاهرة فوق محطة مطار القاهرة خلال الفترة ما بين ١٩٩٢-١٩٩٩. وقد انتهي الباحث إلى أن أعلي نسبة لحدوث الضباب على القاهرة تنحصر في شهري يوليو وأغسطس وتستمر لمدة تتراوح ما بين ساعة إلى ساعتين على الأكثر.

♦ يقوم الباحثان (Dawod & El-Rafy, 1999) بالتنبؤ طويل المدى لفيضان نهر النيل في مصر. وقد استخدم البحث بيانات درجة حرارة المياه السطحية للمحيطات خلال الفترة ١٩٦٦ - ١٩٩٧ لتحديد المناطق التي تؤثر أكثر من غيرها في موسم الفيضان. وقد استعان البحث ببيانات ٤٩٥ محطة أرصاد جوية تتوزع في دول حوض النيل (وإن كان أكثرها في دولة أثيوبيا) خلال الفترة ما بين١٩٦١-١٩٩٠. وقد استخدم البحث أيضاً بيانات المنسوب الطبيعي لنهر النيل في أسوان خلال الفترة ما بين ١٨٧١-١٩٩٧. وقد انتهي البحث إلى بعض النتائج ، يذكر منها :

- أن معامل الارتباط بين القيم المتوقعة لمستويات فيضان النيل ، وبين القيم التي تم رصدها تبلغ..٨٢ ، وهكذا فإن علاقة طردية قوية بينهما.
- أثبت البحث وجود علاقة بين الكمية الحقيقية لمياه منسوب النيل عند أسوان (مناطق فيضان النيل في مصر) ، وبين متوسط شهور المطر خلال الفترة ١٩٦١-١٩٩٠ خاصة في شهر يوليو في خمس مناطق بالتحديد دون غيرها ، وهذه المناطق وفق أولوية درجة تأثيرها هي :
  - منطقتين في المحيط الهندي.
  - منطقة في المحيط الأطلنطي.
  - منطقتين في المحيط الهادي.

النتـــــــائج

يستعرض الأشكال (١ - ٩) ملخصاً للبحوث والدراسات المناخية لدول حوض النيل. ومنها نستنتج ما يلي :

١. بالنسبة للموضوعات محل الدراسة :

- بلغ نصيب الدراسات العامة والمناخ التطبيقي ٢٩% و ٢٨% لكل منهما على التوالي من إجمالي ١٧٥ بحثاً ودراسة.
- استحوذت مشكلة الجفاف والتصحر على أعلى نسبة بين المشكلات البيئية المناخية، إذ بلغت ٤٣%.
- استحوذ عنصر المطر كأحد العناصر المناخية على النصيب الأكبر بنسبة تبلغ ٤٠%
- يتقارب نصيب المناخ والزراعة ونصيب العواصف الرعدية إذ بلغ ٣٩ % و ٣٨% من جملة الدراسات الخاصة بالمناخ التطبيقي والظواهر الجوية على التوالي.
- ينخفض نصيب كل من تغير المناخ (مشكلات بيئية مناخية) ، التبخر (عنصر مناخي) ، والمناخ والعمران (مناخ تطبيقي) ، والضباب (ظواهر جوية) ، إذ بلغ ١٣% و١٢% و٨% و٥% لكل منها التوالي.
- ينخفض نصيب التنبؤات الجوية والظواهر الجوية من الدراسات والبحوث المناخية لدول حوض النيل ، إذ يبلغ نصيبها ٦% و ٩% منها على التوالي

٢. بالنسبة للتوزيع الجغرافي :

- تستحوذ مصر على النصيب الأكبر بصفة عامة من الدراسات والبحوث المناخية لدول حوض النيل ، إذ يبلغ ٤٦% من إجمالي هذه الدراسات

والبحوث (١٧٥ بحثاً ودراسة). ويرتفع نصيبها إلى ٧١% فيما يتعلق بالمناخ التطبيقي ، و٤٨% لكل من العناصر المناخية والمشكلات البيئية المناخية.وينخفض نصيب مصر إلى٣١% فيما يتعلق بالظواهر الجوية ، ويصل إلى أدنى مستوى لــه فيما يتعلق بالدراسات العامة ، إذ يبلغ ٢٤ % منها.

- تحتل السودان المركز الثاني بعد مصر من حيث نصيبها من جملة البحوث والدراسات المناخية التي اعتمد عليها هذا البحث ، إذ يبلغ ١٩% (وهكذا فإن نصيب مصر يزيد عن السودان بمقدار ٢,٤ مرة). ويرتفع نصيب السودان ليبلغ ٤٠% و٣٣% فيما يتعلق بالتنبؤات الجوية والعناصر المناخية على التوالي. وينخفض نصيب السودان إلى ٤% فيما يتعلق بالمشكلات البيئية المناخية.
- يبلغ نصيب أحد أقاليم قارة أفريقيا ١٦% من إجمالي الدراسات والبحوث المناخية التي اعتمد عليها البحث. ويرتفع ليصل إلى حده الأقصى فيما يتعلق بالظواهر الجوية إذ يبلغ ٣١% من جملتها. ومما يذكر أن هذه الدراسات ترتبط في أغلبها بإقليم حوض النيل وإقليم شمال شرق أفريقيا حيث منابع النيل الأثيوبية.
- ينخفض نصيب دول حوض النيل الأخرى باستثناء مصر والسودان (أثيوبيا – كينيا – أوغندة – تنزانيا – روندا – بوروندي) من إجمالي المصادر التي اعتمدت عليها البحوث لندرتها الواضحة في المكتبات المصرية وكذا على شبكة المعلومات (الإنترنت).

٣. بالنسبة لتخصص الباحث :

- تبلغ مساهمة الجغرافيين ٤٤% من إجمالي الدراسات والبحوث المناخية التي اعتمد عليها البحث. وترتفع مساهماتهم إلى ٨٦% ، و٨٢% فيما يتعلق بالبحوث المناخية في حيز جغرافي والدراسات العامة لكل منها

على التوالي. وتتدرج مساهمة الجغرافيين في المجالات الأخرى لتبلغ ٤٤% و٣٥% و٣١% و٢٢% لكل من الظواهر الجوية ، والمشكلات البيئية المناخية ، والمناخ التطبيقي ، والعناصر المناخية على التوالي. وتنعدم مساهمة الجغرافيين فيما يتعلق التنبؤات الجوية المستقبلية.

- تبلغ مساهمة الميترولوجيين ٤٧% من إجمالي الدراسات والبحوث التي اعتمد عليها البحث. ويستحوذ الميترولوجيون على جميع الدراسات والبحوث الخاصة بالتنبؤات الجوية المستقبلية. وتتدرج مساهماتهم في المجالات الأخرى إذ تبلغ ٧٨% و٥٧% و٥٦% و٤٣% و١٠% فيما يتعلق بالعناصر المناخية ، والمناخ التطبيقي ، والظواهر الجوية ، والمشكلات البيئية المناخية ، والدراسات العامة.
- يستحوذ الجغرافيون على ٨٠% من البحوث والدراسات المرتبطة بالمناخ وصحة الإنسان(المناخ التطبيقي) مقابل ٢٠% للميترولوجيين. بينما يستحوذ الميترولوجيون على ٧٠% من تلك المرتبطة بالمناخ والهيدرولوجيا (المناخ التطبيقي) مقابل ١٥% للجغرافيين.
- يستحوذ الجغرافيون على ٦٠% من البحوث والدراسات المرتبطة بالجفاف والتصحر (مشكلات بيئية مناخية) ، مقابل ١٠% للميترولوجيين. بينما يستحوذ الميترولوجيون على ٨٠% من تلك المرتبطة بالسيول والفيضانات (مشكلات بيئية مناخية) ، مقابل ٢٠% للجغرافيين.
- يهتم الباحثون من التخصصات الأخرى (غير الجغرافيا والميترولوجيا) ومنهم الزراعيون والمهندسون والجيولوجيون بنسبة ٩% من إجمالي الدراسات والبحوث التي اعتمد عليها هذا البحث. كما يسهم هؤلاء بنسبة ٧٥% من الدراسات المرتبطة بالمناخ والعمران (المناخ التطبيقي) وذلك كحد أقصى لإسهاماتهم في هذا البحث. وتتدرج مساهماتهم لتبلغ ٣٠%

و١٦% و١٥% لكل من الجفاف والتصحر (مشكلات بيئية مناخية)، والمناخ والزراعة والمناخ والهيدرولوجيا (مناخ تطبيقي) لكل منها على التوالي٠

٤. **بالنسبة للغة مصادر البحث :**

- تسهم المصادر غير العربية بنسبة ٥٣% من إجمالي مصادر البحث (١٧٥صدراً). وترتفع مساهمتها إلى ١٠٠% و٨٨% و٧٥% و٦٥% لكل من التنبؤات الجوية المستقبلية ، والعناصر المناخية ، والظواهر الجوية ، والمناخ التطبيقي.
- تسهم المصادر العربية بنسبة ٤٧% من إجمالي المصادر. وترتفع مساهماتها إلى ٨٨% فيما يتعلق بالدراسات العامة إذ أنها في أغلبها تكاد تقتصر على الجغرافيين٠ كما تتفوق المصادر العربية بنسبة ٥٢% على المصادر غير العربية فيما يتعلق بالمشكلات البيئية المناخية

٥. **فيما يتعلق بالتتابع الزمني :**

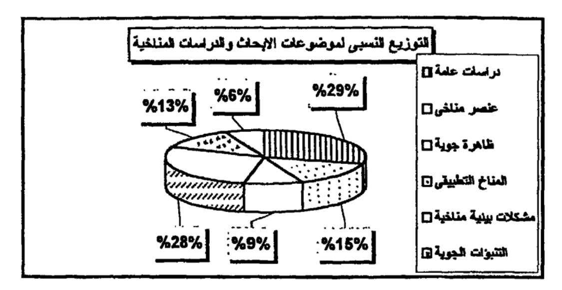
- تستحوذ الدراسات والبحوث الحديثة خلال الفترة ١٩٩٧ - ٢٠٠٢ على ٤٠% من إجمالي مصادر هذا البحث. وترتفع مساهمة هذه الفترة الزمنية إلى ٦٠% و ٥٢% و٤٩% فيما يتعلق بالتنبؤات الجوية المستقبلية ، والمشكلات البيئية المناخية ، والمناخ التطبيقي. ومما يذكر أن مساهمتها لا تنخفض عن ٣٠% وقد كان ذلك فيما يتعلق بالدراسات الخاصة بالعناصر المناخية.
- تستحوذ المصادر خلال الفترة الزمنية ١٩٩١ - ١٩٩٦ على ٢٩% من إجمالي المصادر. وتبلغ أعلى مساهمة لها ٣٧% فيما يتعلق بالمناخ التطبيقي ، بينما الأقل بلغت ٢٠% فيما يتعلق بكل من التنبؤات الجوية المستقبلية والدراسات العامة.

- تنخفض مساهمة المصادر خلال الفترة الزمنية ١٩٨٣ - ١٩٩٠ إلى ١٦% ، وترتفع مساهمتها إلى ٢٠% كحد أقصى فيما يتعلق بالتنبؤات الجوية المستقبلية.
- تنخفض مساهمة المصادر التي تقع فيما قبل ١٩٨٣ إلى ١٥% ، وإن كانت مساهمتها ترتفع إلى ٣٠% فيما يتعلق بالدراسات العامة.
- وأخيراً من الطريف أن نذكر أن نسبة مساهمة الإناث في الدراسات والبحوث المناخية التي اعتمد عليها هذا البحث بالكاد تقترب من ٣% فقط على اختلاف تخصصاتهن، مقابل ٩٧% وأكثر من مساهمة الذكور.

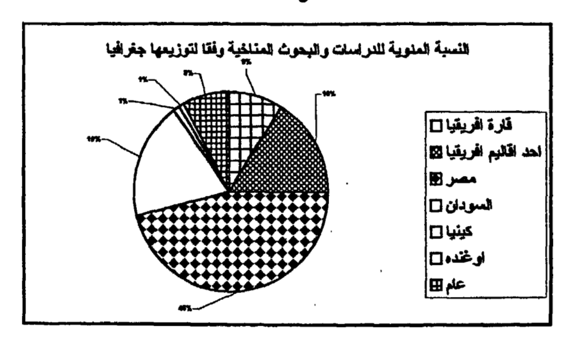
التوصـــيات

يوصي هذا البحث بـ :

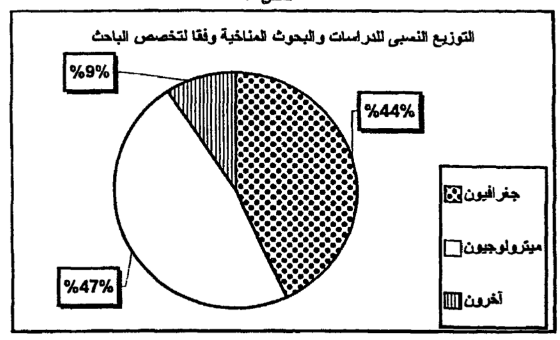
- إجراء المزيد من الدراسات والبحوث في بعض المجالات البحثية التي ينخفض الاهتمام بها كما هو الحال بالنسبة للظواهر الجوية والمشكلات البيئية المناخية سواء من قبل الجغرافيين أو غيرهم.
- ضرورة مشاركة الجغرافيين في التنبؤات الجوية المستقبلية لانعدام إسهاماتهم في هذا المجال.
- توجيه اهتمام أكبر بدراسة التبخر والضغط الجوى والرياح والرطوبة النسبية كعناصر مناخية ، والضباب والعواصف الرملية كظواهر جوية.
- أهمية تحديد مواقع للهيئات المسئولة عن الأرصاد الجوية وتحديداً في دول حوض النيل على شبكة المعلومات الإنترنت ، لتسهيل الحصول على البيانات المناخية ، ومن ثم أجراء العديد من البحوث من قبل الجغرافيين في كل دول الحوض ، وخاصة الجغرافيين المصريين لما لنهر النيل من أهمية قصوى في حياتهم حتى وإن كانت منابعه خارج الأراضي المصرية والعربية أيضاً.
- أجراء دراسات مناخية على إقليم حوض النيل كوحدة جغرافية لما يتمتع به هذا الإقليم من تباينات مناخية واسعة تثري المقارنات بين العناصر المناخية في إقليم يضم حوالي ٤٠ دائرة عرض. كما تثري مجالات البحث في المناخ التطبيقي وكذا المشكلات البيئية المناخية.
- فتح أفاق جديدة للبحث في الأبعاد التأثيرية لعلم الفلك في تفسير بعض الظواهر الجوية وكذلك المشكلات البيئية المناخية ، والتنبؤات الجوية المستقبلية أيضاً.


التوزيع النسبى لموضوعات الابحاث والدراسات المناخية
%29%
%6%
%13%
%28%
%9%
%15%
دراسات عامة
عنصر مناخى
ظاهرة جوية
المناخ التطبيقى
مشكلات بيئية مناخية
التنبؤات الجوية

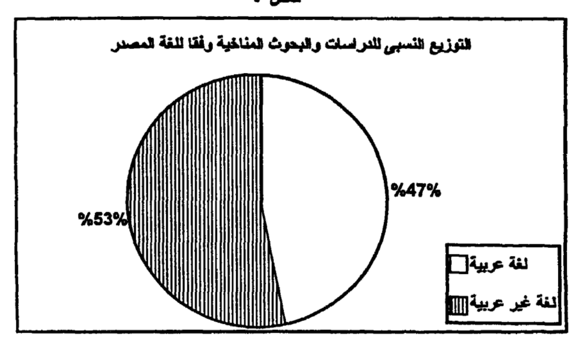
شكل ٢


النسبة المئوية للدراسات والبحوث المناخية وفقا لتوزيعها جغرافيا
قارة افريقيا
احد اقاليم افريقيا
مصر
السودان
كينيا
اوغنده
عام

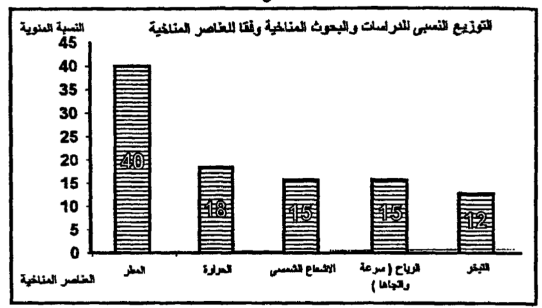
شكل ٣


التوزيع النسبى للدراسات والبحوث المناخية وفقا لتخصص الباحث
%9%
%44%
%47%
جغرافيون
ميترولوجيون
آخرون

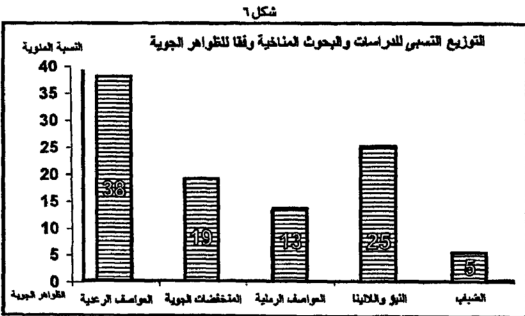
شكل ٤

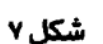

التوزيع النسبى للدراسات والبحوث المناخية وفقا للغة المصدر
%47%
%53%
لغة عربية
لغة غير عربية

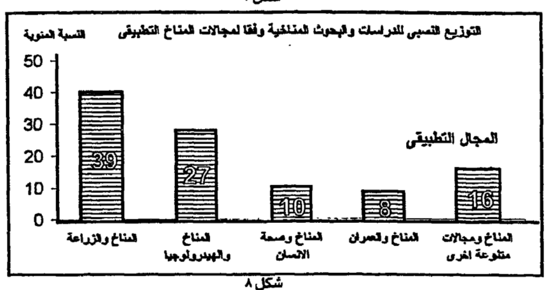

شكل ٥


التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقا للعناصر المناخية
النسبة المئوية
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
40
18
15
15
12
المطر
الحرارة
الاشعاع الشمسي
الرياح (سرعة واتجاها)
التبخر
العناصر المناخية

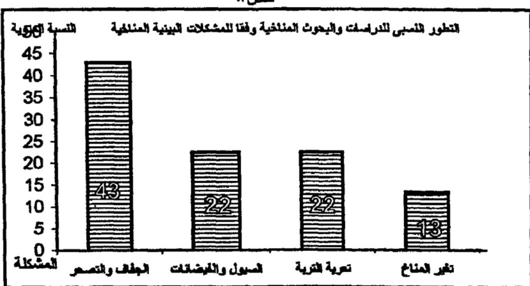
شكل ٦


التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقا للظواهر الجوية
النسبة المئوية
40
35
30
25
20
15
10
5
0
38
19
13
25
5
العواصف الرعدية
المنخفضات الجوية
العواصف الرملية
النينو واللانينا
الضباب
الظواهر الجوية

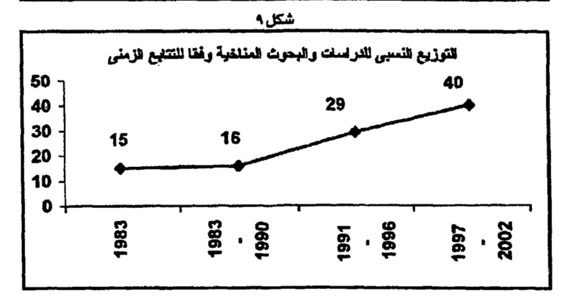

شكل ٧



شكل ٨



شكل ٩



جدول (٣)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا لتخصص الباحث

تخصص الباحث	النسبة المئوية
جغرافيون	٤٤
ميترولوجيون	٤٧
آخرون	٩

جدول (٤)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا للغة المصدر

لغة المصدر	النسبة المئوية (%)
لغة عربية	٤٧
لغة غير عربية	٥٣

جدول (٥)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا للعناصر المناخية

العناصر المناخية	النسبة المئوية (%)
المطر	٤٠
الحرارة	١٨
الإشعاع الشمسي	١٥
الرياح (سرعة واتجاه)	١٥
التبخر	١٢

جدول (٦)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا للظواهر الجوية

الظواهر الجوية	النسبة المئوية (%)
العواصف الرعدية	٣٨
المنخفضات الجوية	١٩
العواصف الرملية	١٣
النيز واللانينا	٢٥
الضباب	٥

جدول (٧)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا لمجالات المناخ التطبيقي

المجال التطبيقي	النسبة المئوية (%)
المناخ والزراعة	٣٩
المناخ والهيدرولوجيا	٢٧
المناخ وصحة الإنسان	١٠
المناخ والعمران	٨
المناخ ومجالات متنوعة أخرى	١٦

جدول (٨)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا للمشكلات البيئية المناخية

المشـــــكلة	النسبة المئوية (%)
الجفاف والتصحر	٤٣
السيول والفيضانات	٢٢
تعرية التربة	٢٢
تغير المناخ	١٣

جدول (٩)

التوزيع النسبي للدراسات والبحوث المناخية وفقًا للتتابع الزمني

سنوات البحث	النسبة المئوية (%)
قبل عام ١٩٨٣	١٥
من عام ١٩٨٣ إلى عام ١٩٩٠	١٦
من عام ١٩٩١ إلى عام ١٩٩٦	٢٩
من عام ١٩٩٧ إلى عام ٢٠٠٣	٤٠

المصادر العربية وغير العربية

أ. المصادر العربية :

١- أبو العطا ، فهمي هلالي : الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ١٩٨٧.

٢- أبو راضي ، فتحي عبد العزيز : المناخ والبيئة – دراسة في المناخ التطبيقي لبيئة دلتا النيل ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩١.

٣- أبو الفتوح ، حسين على : البيئة الصحراوية العربية ، دار الشرق للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٧.

٤- أحمد ، محمد أدريس : مدينة عطيره – دراسة في جغرافية المدن ، معهد البحوث والدراسات الإفريقية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٨.

٥- إسماعيل ، أحمد على : مناخ مدينة أسيوط ، الجمعية الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني ، ١٩٦٩. ص ص١٣٤:١٠٩.

٦- الافندي ، ليلي حسن : التدهور البيئي في واحة سيوه – الأسباب وإمكانية التنمية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٣٢ ، ١٩٩٨. ص ص٠ ٢٤٥ : ٣١٤.

٧- البتانونى ، كمال الدين حسن : مشكلات التصحر في مصر ودور البحث العلمي في حلها ، المجلس الأعلى للثقافة ، لجنة الجغرافيا ، ندوة : تعمير الصحاري المصرية – تجارب الماضي وآفاق المستقبل ، ١٩٩٦. ص ص٢٣ : ٣٤

٨- بحيري ، صلاح الدين : جغرافيا الصحاري العربية ، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة ، ١٩٧٩.

٩- البدوي ، السعيد : السدود على الأنهار الكبرى في أفريقيا - دراسة جغرافية ، المؤتمر الدولي : مشكلة المياه في أفريقيا ، معهد البحوث والدراسات الأفريقية ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٨. ص ص٢٤٧ : ٢٦٧

١٠- بلبع، عبد المنعم ، ماهر جورجي نسيم : تصحر الأراضي في الوطن العربي ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٠.

١١- بلبع عبد المنعم ، ماهر جورجي نسيم : تصحر الأراضي - مشكلة عربية وعالمية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، الطبعة الثالثة ، ديسمبر ١٩٩٩.

١٢- البنا، على: أسس الجغرافيا المناخية والنباتية ، دار النهضة العربية، بيروت ١٩٧٠.

١٣- التمامى، أحمد عماد الدين : الجغرافيا الطبية في كينيا ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، معهد الدراسات الأفريقية ، قسم الجغرافيا ، جامعة القاهرة ١٩٩٨.

١٤- التوم ، مهدي أمين : مناخ السودان ، معهد البحوث والدراسات العربية ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، ١٩٧٤.

١٥- جودة ، حسنين جودة : الأراضي الجافة وشبة الجافة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٦.

١٦- جودة ، حسنين جودة : العالم العربي - دراسة في الجغرافيا الإقليمية ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٦.

١٧- جودة حسنين جودة : جغرافية العالم القديم الإقليمية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٨.

١٨- جودة ، حسنين جودة : الجغرافيا المناخية والحيوية مع التطبيق على مناخ ونبات قارات أوروبا وأسيا وأفريقيا ومناخ ونبات العالم العربي ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩٨.

١٩- الحسن ، خديجة محمد : حوض النيل الأزرق في السودان ، رسالة ماجستير غير منشوره ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٦.

٢٠- حسن ، محمد إبراهيم : دراسات في جغرافيا أفريقيا وحوض النيل ، مركز الإسكندرية للكتاب ، الإسكندرية ، ١٩٩٧.

٢١- حمادة ، إيملى محمد حلمي المتطلبات المناخية لأشجار الفاكهة متساقطة الأوراق – دراسة تطبيقية على الخوخ في مناطق شمال سيناء وغرب النوبارية والدقهلية ، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد ٣٨ ، يوليو ١٩٩٩.

٢٢- حمادة ، إيملي محمد حلمي : تلوث الهواء بالجسيمات العالقة (الدخان والغبار) في مصر – دراسة جغرافية ، مركز الخدمة للاستشارات البحثية ، شعبة الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد ٢٢ ، مارس ٢٠٠٠.

٢٣- حمادة ، إيملي محمد حلمي : القحط الزراعي في شمال سيناء – دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة كلية الآداب ، جامعة أسيوط ، العدد السابع ، يوليو ٢٠٠١.

٢٤- حمادة ، إيملي محمد حلمي : خصائص المطر على ساحل مصر الشمالي – دراسة في الجغرافيا المناخية ، مجلة فكر وإبداع ، مركز الحضارة العربية ، الجزء الحادي عشر، سبتمبر ٢٠٠١.

٢٥- الخفاف ، عبد على : الوطن العربي – أرض – سكانه – موارده ، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع ، عمان الأردن ، ١٩٩٩.

٢٦- خليل ، آمال حلمي سليمان : السودان : دراسة في الجغرافية الطبية مع التطبيق على السودان الشمالي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، معهد الدراسات الأفريقية ، جامعة القاهرة ، ١٩٨٠.

٢٧- داود ، محمد عبد الرحمن : دراسة للأمطار والسيول على البحر الأحمر وسيناء وتأثير التيار النفاث المنخفض الجنوبي على مصر ، نشرة بحوث الأرصاد الجوية ، المجلد ١٦ ، يناير ٢٠٠٢. ص ص ٦٤ : ٧٧.

٢٨- درويش ، ناريمان : المقومات الجغرافية السياحية في محافظة المنيا ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية المصرية ، العدد ٣٤ ، ١٩٩٩. ص ص١٤٣ : ١٧٦.

٢٩- الدسوقي ، صابر أمين : تنمية جنوب الصحراء الغربية بمصر - رؤية جغرافية ، مركز الدراسات الإنسانية وخدمة البيئة ، كلية الآداب ، بنها ، العدد الثالث ، أبريل ١٩٩٩. ص ص١٤٣ : ٢٠٤

٣٠- دكروري ، عبد التواب محمد : الثورة الغابية في السودان ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، معهد البحوث والدراسات الأفريقية - قسم الجغرافيا ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٣.

٣١- الذوكة ، محمد خميس : جغرافية شرقي أفريقيا ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٨٨.

٣٢- روكز ، يوسف : أفريقيا السوداء - سياسة وحضارة ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت ، ١٩٨٦.

٣٣- رياض ، محمد وكوثر عبد الرسول : أفريقيا - دراسة لمقومات القارة ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٧٣.

٣٤- زغلول ، يسري فؤاد : الأنواع المناخية في دول حوض النيل ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ١٩٧٧.

٣٥- زهدي ، حسين : الأرصاد الجوية ونظرة إلى المستقبل ، العلم والحياة ، مركز الأهرام للترجمة والنشر ، ١٩٩٧.

٣٦- سالم ، طارق زكريا : مناخ شبة جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر - دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة ماجستير غير منشوره ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة الزقازيق ، ١٩٩٣.

٣٧- سالم ، طارق زكريا : الأحوال المناخية في جنوب صحراء مصر الغربية ، مركز الدراسات الإنسانية وخدمة البيئة ، كلية الآداب ، بنها ، العدد الثالث ، أبريل ١٩٩٩ ص ص٢٢٥ : ٢٦٩.

٣٨- سالم ، طارق زكريا إبراهيم : العواصف الرعدية وآثارها على الأنشطة البشرية في مصر ، المؤتمر الرابع ، الأرصاد الجوية والتنمية المستدامة نحو القرن الحادي والعشرين ، ٧ - ٩ مارس ١٩٩٩ ، ص ص٤٣٢ : ٤٥٠.

٣٩- سعودي ، محمد عبد الغني : السودان ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٨٥.

٤٠- سعيد ، رشدي : نهر النيل - نشأته واستخدام مساهمة في الماضي والمستقبل ، دار الهلال ، ١٩٩٣.

٤١- سليمان ، كامل حنا : مناخ جمهورية مصر العربية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، ١٩٧٨.

٤٢- الشرابى ، محبات أمام : الجغرافيا الاقتصادية لأوغندة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ١٩٦٥.

٤٣- شرف ، محمد إبراهيم : المناخ والتخطيط الزراعي - دراسة تطبيقية لتحديد المناطق الأنسب مناخياً لزراعة بعض محاصيل الفاكهة في مصر ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩٩.

٤٤- شرف ، محمد إبراهيم : الحرارة في مدينة الإسكندرية - دراسة في المناخ الحضري ، دراسات في جغرافية المناخ التطبيقي ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٩. ص ص٦٤ : ١٣٢.

٤٥- شطا ، عبده وآخرون : طموحات تعمير صحاري الوادي الجديد وتطوير منهجية إدارة الموارد الأرضية والمائية ، المجلس الأعلى للثقافة ، لجنة الجغرافيا ، ندوة : تعمير الصحاري المصرية – تجارب الماضي وآفاق المستقبل ، ١٩٩٦. ص ص٣٥ : ٧٠

٤٦- ص. ز بيرى وص. ى. شورلى : الغلاف الجوي والطقس والمناخ ، ترجمة : عبد القادر عبد العزيز على ، المجلس الأعلى للثقافة ، القاهرة ، ١٩٩٠.

٤٧- طريح ، عبد العزيز : جغرافية حوض النيل – دراسات خاصة لجغرافية ثلاث دول (السودان – أثيوبيا – أوغندة) ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، الطبعة الأولي ، ١٩٩٩.

٤٨- طُلبة ، شحاتة سيد : موجات الحر والبرد في مصر وأثرها على المحاصيل الزراعية – دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ١٩٩٤.

٤٩- طُلبة ، شحاتة سيد : المطر في مصر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٠.

٥٠- طُلبة ، شحاتة سيد : أثر المناخ على بعض المحاصيل الزيتية في مصر ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٢٩ ، ١٩٩٧. ص ص٣٣٩: ٣٦٨.

٥١- عامر ، ماجدة إبراهيم : سكان مديرية الخرطوم – دراسة جغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، معهد الدراسات الأفريقية ، جامعة القاهرة ، مايو ١٩٨٩.

٥٢- عبد السلام ، أحمد : جيومورفولوجية الكثبان الطولية شمال شرق منخفض البحرية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٣٤ ، الجزء الثاني ، ١٩٩٩. ص ص٢٢٣ : ٣٣٦.

٥٣- عبد الحكيم ، محمد صبحي وآخرون : الوطن العربي – أرض – سكانه – موارده ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، الطبعة السابعة ، ١٩٩٥.

٥٤- عبد الرازق ، عادل سيد على : أبعاد دور منظمة الوحدة الأفريقية في مجابهة مشكلات التصحر والجفاف ، المؤتمر الدولي : مشكلة المياه في أفريقيا ٢٦ – ٢٧ أكتوبر ١٩٩٨. ص ص٣٢٥ : ٣٦٨.

٥٥- عبد العظيم ، محمد نجيب : علم المناخ المعاصر ، كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٩٦.

٥٦- عبد القادر ، حسن ومنصور حمدي أبو على : الأساس الجغرافي لمشكلة التصحر ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٩.

٥٧- عطا ، محمد فوزي أحمد : مناخ الساحل الشمالي في مصر وآثاره الجغرافية – دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٢.

٥٨- على ، عبد القادر عبد العزيز : التباين المكاني والزماني لدرجة الحرارة في جمهورية مصر العربية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٢٤ ، ١٩٩٢. ص ص٢١ : ٦٩.

٥٩- على ، عبد القادر عبد العزيز : التغيرات المناخية وأثرها على البيئة ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، أبريل ١٩٩٣ ، ص ص٢٤١ : ٢٧٢.

٦٠- على ، عبد القادر عبد العزيز : العلاقة بين المناخ والحركة السياحية في جمهورية مصر العربية – دراسة تطبيقية ، المؤتمر الخامس للأرصاد الجوية والتنمية المستدامة، القاهرة ، ٢٢ – ٢٤ فبراير ٢٠٠٠. ص ص٣٢٤ : ٣٣٨.

٦١- عوض ، صلاح الدين حميدة : الرعي والبيئة في أفريقيا ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية المصرية ، أبريل ، ١٩٩٣. ص ص ٣١١ : ٣٣٦.
٦٢- فايد ، يوسف عبد المجيد : جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٧١.
٦٣- فايد ، يوسف عبد المجيد : ماذا بعد الجفاف في أفريقيا ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد العشرون ، ١٩٨٨.
٦٤- فايد ، يوسف عبد المجيد : الخليفة المناخية للصحراء مع التطبيق على الصحاري المصرية ، المجلس الأعلى للثقافة ، لجنة الجغرافيا ، ندرة : تعمير الصحارى المصرية - تجارب الماضي وآفاق المستقبل ، ١٩٩٦. ص ص١٠ : ٢١.
٦٥- فايد، يوسف عبدالمجيد: الموازنة المائية في قارة أفريقيا، معهد البحوث والدراسات الأفريقية ، المؤتمر الدولي : مشكلة المياه في أفريقيا ٢٦-٢٧ أكتوبر ١٩٩٨، جامعة القاهرة، ص ص ٢١٩ : ٢٣١.
٦٦- قاسم ، سيد أحمد سالم : أثر سيول نوفمبر ١٩٩٤ على السكن الريفي في محافظة أسيوط - دراسة في الجغرافية التطبيقية لقرية (الزاوية) مركز أسيوط ، المجلة الجغرافية العربية ، مجلة الجمعية المصرية ، العدد الثامن والعشرون، ١٩٩٦. ص ص٣٣٣ : ٣٧٤.
٦٧- محسوب ، محمد صبري : صحراء مصر الغربية - دراسة في الجغرافيا الطبيعية ، لم يذكر مكان النشر ، ١٩٩٢.
٦٨- محمدين ، محمد محمود ، وحسن عبد العزيز : الأقاليم الجافة ، دار العلوم ، الرياض ، ١٩٨٥.

٦٩- محمود ، سمير سامي : أثر البيئة الجغرافية على التوسع العمراني لمدينة منفلوط بمحافظة أسيوط ، مجلة كلية الآداب ، المجلد ٥٩ ، العدد الرابع ، أكتوبر ١٩٩٩. ص ص٣٠٠ : ٣٤٣.

٧٠- مرسي ، فوزية إبراهيم : الظروف المناخية في أفريقيا ، الموسوعة الأفريقية ، قسم الموارد الطبيعية ، المجلد السادس ، مايو ١٩٩٧. ص ص١٦١ : ٢٦٢

٧١- مندور ، مصر سلامة : الإشعاع الشمسي في مصر – دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة دكتوراه غير منشوره ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة المنصورة ، ٢٠٠٢.

٧٢- موسى ، على حسن : التنبؤ ، دار الفكر المعاصر ، دمشق ٢٠٠٠.

٧٣- هرست ، وآخرون ، تعريب : حسن الشربيني : موسوعة حوض النيل ، المجلد التاسع، الهيئة العامة لشئون مطابع الأميرية ، القاهرة ، ١٩٦٥.

٧٤- هرست ، وآخرون ، تعريب : حسن الشربيني : موسوعة حوض النيل ، المجلد العاشر، الهيئة العامة لشئون مطابع الأميرية ، القاهرة ، ١٩٦٥.

٧٥- وصيف ، محمد عبده : انجراف التربة بالرياح وعلاقته بظاهرة التصحر ، المجلس الأعلى للثقافة ، لجنة الجغرافيا ، ندوة : تعمير الصحاري المصرية – تجارب الماضي وآفاق المستقبل ، ١٩٩٦. ص ص٧١ – ٨٦.

٧٦- الوكيل ، شفق العوضى ، محمد عبد الله سراج : المناخ وعمارة المناطق الحارة ، الطوبجي للطباعة ، القاهرة ، ١٩٨٥.

٧٧- يوسف ، شاهيناز مصطفي على : فيضانات النيل بين القحط والتدمير في مطلع القرن الحادي والعشرين ، المؤتمر الدولي : مشكلة المياه في أفريقيا ٢٦ – ٢٧ أكتوبر ١٩٩٨. ص ص٣٧١ : ٣٩٠

٧٨- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : الضباب في مصر – دراسة جغرافية في التباين المعاني ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، دراسة شرق أوسطية ، جامعة عين شمس ، العدد ٢٧٢.

٧٩- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التباين المناخي بين السواحل المصرية – دراسة جغرافية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٣٢ ، ١٩٩٨. ص ص٢٠٥ : ٢٤٤.

٨٠- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في مدينة القاهرة الكبرى – دراسة في المناخ الحضري ، مجلة الجغرافيا والتنمية ، شعبة البحوث الجغرافية ، كلية ، جامعة المنوفية ، العدد ١٥ ، فبراير ١٩٩٩.

٨١- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : المناخ الفسيولوجى في مصر ، حوليات كلية الآداب، جامعة عين شمس ، المجلد ٢٨ ، العدد الثاني ، ٢٠٠٠.

٨٢- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : التباين المناخي على ثلاثة محاور طولية في مصر، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد الرابع ، ٢٠٠٠.

ثانياً : المصادر غير العربية :

83 Abdalla, El-Khedir, : Thunderstorms In Sudan, M. Sc. Thesis, Unpub., Birmingham University, U.K., 1969.

84 Abdalla, Haroun A., : Current Processes On Measurment and Estimation Of Evaporation From Lake Surface - Local Circulation In Khat Toum, World Meteorological Organization, April, 1982.

85 Abdalla, Haroun A., : Rainfall Distribution - A Case Study - Local Circulation In Khartoum, World Meteorological Organization, April, 1982.

86 Abdalla, Khyar Abdalla, : Synoptic Statistical Investigation of occurrence of Thunder Storms And Dust Storms Over Khartoum Airport And The Possibility Of Their Short - Range Forecast, M. Sc. Thesis, Unpub., Petersburg, Russia, 1994.

87 Abdin, Y., : On The Vertical Circulation In Frontal Zones, M. Sc. Thesis, Unpub., Reading University, U. K., September 1970.

88 Abd El-Hafiez, E.S & Mona, A. El-Shamy, : Relation Between Weather Conditions and Tomato Lateblight At Middle Delta , Meteorology And Inetergrated Development Conference, March 24 - 25 , 1996. pp 1 : 9.

89 Abd El-Latif, Ramadan M., : Evaluation of Surface Water Resources For Some Catchments In Shalateen - Halayeb Area - South of Red Sea Coast - Egypt, B. Sc. Thesis, Unpub. , Faculty of Science, Alexandria University, 2001.

90 Abdo, E. M., Hydrogeology And Geology Studies Over Helwan Region In Egypt, M. Sc. Thesis, Unpub., Faculty Of Science, Minoufiya University, 1994.

91 Abdrahman, Maha Abdalla, A Model For The Prediction Of Rainfall onset In The Rain Fed Agriculture Zone of The Sudan, M. Sc. Thesis, Unpub., Reeding University , U. K., 1992.

92 Abubakar, A. o., : Decadal Rainfall Probabilities In Kassala, Workshop On Climate, World Meteorogical Organization, December, 1993.

93 Adem, H. S., : On The Study Of Radiation Balance At Gezira, Sudan ,PH.D. Thesis, Unpub. Reading University, U. K. , September , 1971.

94 Ali, Abdel- Kader,: Kamsin Conditions in Egypt, Bulletin of Egyptian Geographical Society, vol. 67. 1994. PP.103 : 132.

95 Ali, Abdel-Kader: ElNino Events And Rainfall Variations In the Sahel Region of Africa, Bulletin of Egyptian Geographical Society, vol. 70, 1997. pp. 71: 86.

96 Alrayah, Amani Sanhouri, : Probability of Rainfall In Nyala Area, M.Sc. Thesis Unpub., Reading University, U. H., 1997.

97 Amer, El- Sayed M.,. Climatic Influence And Settlement form - A case study of The North West Coast of Egypt, Ph. D. Thesis, Unpub. Liverpool University, 1987.

98 Attia, Nagy, M., Soil Water Erosion In African Semi- arid Environments, B. Sc. Thesis Unpub., Natural Resources Institute of African Researches & Studies, Cairo University, 1999.

99 El-Atfy, H.E., : Land Drainage In Afican Sub- Humid In Tropics of Killimanjaro Region In Tanzania, B.Sc. Thesis, Unpub., Water Resources, Institute of African Researches & Studies, Cairo University, 1994.

100 El -Asrag, A. M., Factor Controlling Climatic Change In The Middel East And North Africa, PH.D. Thesis, Cairo University, 1983.

101 El - Asrag, A. M., Climatic Change over Egypt and Its Relevance To Global Change, The 4th Conference Meteorology And Sustainable Development, 7-9 March 1999. PP 85: 114.

102 El-Asrag, A. M., & Other, : Wind Atlas Project for Egypt And Its Benefits to Environment, 5th Conference - Meteorology and Sustainable Development, Feb, 22-24, 2000. PP 10: 20.

103 Attia, E.S., : Long Range Forecast of Winter Rainfall over North Coast And Lower Egypt Using Anomalies of Sea Surface Temperature, 5th Conference Meteorology And Sustainable Development, 22-24 Feb. 2000. PP 260: 273.

104 Awad, Hanan, : Seasonal Rainfall Forecast, M. Sc., Thesis, Reading University, U. K., 1992.

105 Bakhiet, B. A., : Thunderstorm Over Central Sudan, IES, U. of K., Khartoum, 1990.

106 Camberlin, Pierre, : Rainfall Anomalies In The Source Region of Nile And Their Connection with the Indian Summer Monsoon, Journal of Climate, Vol. 10, 1997. PP 1380 - 1392.

107 Debailo, S. M., Climatological Study of Irrigation Effects On Soil Moisture In Sudan's Gezira Region, Madison University, Wisconsin, U. S. A., 1976.

108 Dawod, M. A., & El - Rafy M. A., : Towards Long Range Forecast of the Nile Flood, Th 4th Conference Meteolology and Sustainable Development 7-9 March 1999. PP. 115-147.

109 Ebrahim, Sawsan M.,: Ground Water Hydrology of El - Katatba Area and Its Vicinities - West Nile Delta - Egypt, B. SC. Thesis, Unpub., Irrigation & Hydraulics Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University, 2000.

110 Eissa, M.M., The Impact of Open field Climate On Microclimate Under Plastichouse, M. SC. Thesis, Unpub., Environmental Agriculture, Institute of Environmental Studies & Research, Ain- Shams University, 1992.

111 Eissa, M.M., :On The Cold Season Squalls Over North Egypt and Their Impact on Desert Development, PH. D. Thesis, Unpub., Environmental Agriculture, Institute of Environmental Studies & Research, Ain- Shams University, 1994.

112 Eissa, M.M., & Sayed M.A., : Water Consumption and Water Use Effeciency for some of the Main crops Grown at New Valley- Date Palm, Meteorology & Integrated Development Conferace, 24-25 March, 1996. PP. 79: 82.

113 Eissa, M.M.,: Climatologyical Study of Rainfall In Alexandria, Meteorology & Intergrated Development Conference, 24- 25 March, 1996. PP. 118-129.

114 Eissa, M.M., & Others,: Utilizing Geographical In Formation System Technique In Flood Assesement Model for Simai Water sheds, The 4th conference Meteorology & Sustainable Development to 21 St Century, 7-9 March 1999. PP. 368: 378.

115 Eissa, M.M., & I.Z. Salem, : Climatological Study and lomg - range forecast of Rainfall on Cairo, 5th Conference Meteorology & Sustainable Development, 22- 24 Feb. 2000. PP. 69: 79.

116 Eissa, M.M., : Statistical Model for long - range Fore cast of Ras-Benas Flashfloods, 5th Conference Meteorology & Sustainable Development, 22-24 Feb., 2000. PP. 1-9.

117 Elosta, Maged: Hydrological Studies On The Area Between El-Qantra & Bir El - Abd- North Sinai -Egypt, M. SC. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Minoufiya University, 2000.

118 Elsayem, Fadialla E.,: The Effect of Deforestation in Equatorial Africa On Rainfall In Central Sudan, Indian Quarterly Journal of Meteorology, Hydrology & Geophysics, Mausam, 1989.

119 El-Sir Amani Tag, : Floods and Rainfall In Blue Nile Cathment in Sudan, IES, U. of K. Kharloum, 1996.

120 El-Zein, Nada : Probabilty of Rainfall In New & Full Moon Days In Sudan, IES, U. of K., Khartoum, 1996.

121 Fadi, Azza Mohamed, : The Relationship Between ENSO and Rainfall In Some Stations In Sudan, IES, U. of K., Khartoum, 1996.

122 Faramawi, Usama Ahmed: Simulation of Severe Winter Sand Storm over Egypt, Meteorology & Integrated Development Conferance, 24-25 March 1996. PP. 130: 135.

123 Farrah, M., : A Study on Some Factors Affecting Evaporation From Soil Surface Under Subsurface Irrigation System Conditions, M. SC. Thesis Agricultured Engineering, Alexandria University, 1994.

124 Fouli, R.S.,: Some Characteristics of Heat Island & Effect of Urbanization on Some Meteorological Elements In Cairo, the 4th Conference Meteorology & Sustainable Development to 21 St Century, 7-9 March 1999. PP. 387-406.

125 Gado, F. H., : Femporal Spatial Distribution of Rainfall In central Sudan, IES, U. of K., Khartoum, 1990.

126 Gado, F. H., Radiation Effects On Building Construction Under Khartoum climatic conditions, IES, U. of K., Khartoum, 1995.

127 Gomaah, Nadia, : Effect of Climatic Factors and Micronutrients Fertililization on the Chemical Composition and Yield of Geranium Under African Environmental Conditions, B. SC. Thesis, Unpub., Water Resources Institute of African Researches & Studies, Cairo University, 1994.

128 Griffiths, J.F., : Climates of Africa, Elsevier Publishing Company, Vol. 10, Amsterdam, 1972.

129 El - Helow, Kh., & H. M. Hasanean, : Some Features Related to Fog Formation & Forecasting, The 5th conference Meteorology & Sustainable Development, 22 - 24 Feb 2000. PP. 155: 175.

130 El - Hessy, : Water Mangement and Meteorology, Meteorology & Integrated Development Conference, 24-26 March 1996. PP 730-735.

131 El - Hosary, M. F., : Hydrogeology and Hydrochemistry of the Luxor Area- South Egypt, M. SC. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Minoufiya University, 1994.

132 Hulme, Mike, & Others, : African Climate change 1900 - 2100, Journal of Climate, April 2000.

133 El-Hussainy, F. M., : A study of Some Aspect of Solar Radiation over Egypt, Ph.D. Thesis Unpub., Faculty of Science, Cairo University, 1996.

134 Idress, Sharaf El-dein: A study of Some Common Diseases In Relationship with Atmospheric variables In Khartoum, IES, U. of K., Khartoum, 1992.

135 Jachson, I. J., Climate Water and Agriculture in the Tropics, Longman Company, N.Y. 1989.

136 El- Kharbotly Anwar,: Effect of windbreaks on Growth And Yield of Thompson Seedless Grapevine At west Nubaria Region, B. Sc. Thesis, Unpub., Pomology Department, Faculty of Agriculture, Cairo University, 2000.

137 King'uyu, S. M., & Others,: Recent Trends of Minimum and Maximum Surface Temperature over Eastern Africa, Journal of Climate, Vol. 13, No. 16., 2000. PP. 2876- 2886.

138 El- Koliey, M.M. & Others,: Estemation of Crop water Needs In Assyut Covernorate, Meteorology Research Bulletin, Vol. 16, 2001. pp 412 : 427.

139 Lockwood, John G.,: World Climatic System, Edward Arnold, London, 1985.

140 Magadza, C. H.D, : Some Possible Impact of Climatic Change on African Ecosystems, Proceedings of the Second world Climate conference, WMO, 1991. PP. 385-390.

141 El-Menshawy, M. A., : Studies of Thunderstorms over Egypt, M.Sc. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Cairo University, 1987.

142 El-Mesiry, Tharwat, : Agro-Climatologyical study on Safflower - A Non- Conventional oil Crop in Africa, B. SC. Thesis, Natural Resources, Institute of African Research & Studies, Cairo University, 1997.

143 Thesis, Mahamed, Nur El- dayin, : Buundary layer Modeling for Solving Solving Forecast Problems In Sudan, PH.D Leningrad, University, Russia, 1987.

144 Mohamed, Badr El-din, : Variability over Khartoum In Months of Peak Rainfall, IES, U. of K., Khartoum, 1992.

145 Mokhemer, M., : Development of Water Resources to the Border Area to the East of Sinai Peninsula- Egypt, PH. D. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Menoufiya University, 1998.

146 Morad, Nahla, : Rainfall Runoff Relationship In Mountainous Area-Case Study wadi Sudr, B. SC. Thesis, UnPub., Faculty of Engineering, Ain-Shams University, 2000.

147 Moursy, Fawzia, : Effect of the Great African Desert on the Generation of Atmospheric Depressions, Meteorology , Institute of African Rosearches & Studies, Cairo University, 1981.

148 Moursy, Fawzia, & E.I. Gaber: Sand Drift Potentail In Some Egyptian, the 4th Conference Meteorology & Sustainable Development 7 - 9 March 1999. PP. 115 : 147.

149 Moursy, Fawzia, & Others; Study of Flask floods over Egypt, the 4th conferences Mokorology & Sustainable Development 7-9 March 1999. pp 320: 347.

150 Omar, kamilia, : Evaluation of some Soil And Climatic Factors on Soil Evasion by Water and Water Harvesting Under the North Western Coastal Region Conditions, M. SC. Thesis, Unpub., Institute of Environmental Studies And Research, Ain-Shams University, 2000.

151 Osman, El-Tayib, : On the Synoptic Climatology of Summer Rainfall over central Sudan, M.Sc. Thesis, Unpub., Wisconsin, U.S.A., 1969.

152 Sabah El-Kheir, M., Forecasting Seasonal Rainfall for Khartoum And El-Gedaref, IES, U. of K., Khartoum, 1997.

153 El-Sabbgh, M. K., : Desert Depressions In the Middle East their Formation- Deeping -Filling And Assoiated weather Phenomena, M.SC. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Cairo University, 1964.

154 Salem, A. & Others,: Wind Energy Potentail Over Egypt, the 4th Conference Meteorology & Sustainble Development to 21 St century, 7-9 March 1999. PP 148: 162.

155 Samak, Magdy, : Soil Wind Erosion In some African Desert Soils, B. SC. Thesis, Natural Resources, Institute of African Researches & Studies, Cairo University, 1999.

156 El-Sayed Ibrahim, : Study of Soil Moisture Characteristic As A Quide for Selecting the Appropriate Irrigation Method And Grop Water Requirments In North Sinai, B. Sc. Thesis, Unpub., Institute of African Research & studies, Cairo University, 1985.

157 Sayed, M. A., Typical Conditions Associated with Tropical Wet and Dry Summer Over North Africa, M. Sc. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Cairo University, 1996.

158 Sayed, M. A., M. Abdel El- Wahab, : Some Statistical characteristics of wind Speed variation at 5 Mediterranean Stations In Egypt, Meteorological Research Bulletin, vol. 16, 2002. PP. 53: 63.

159 El-seed, Abdel - malik Gasm, : Some Aspects of Measured And Estimated Evaporation In The Sudan, M. Sc. Thesis, Unpub., Durham University, U.K., 1968.

160 Sharaky, Abbas, : Geomorophological Studies on Sand Dunes And Ridges In Some African Deserts, B. Sc. Thesis, unpub., Faculty of Science, Menoufiya University, 1990.

161 El-Sheikh, A. F., : Hydrogeology of the Area North and West of wadi El-Natrun, M. Sc. Thesis, Unpub., Faculty of Science, Menoufiya University, 2000.

162 Sirag, Adil Makki, : An Introduction to Minimum Temperature Forecast for Khartoum, IES, U. of K. Khartoum, 1990.

163 Sulieman, Salwa, : Temporal Charateristic of Thunderstorm At Some Stations In Sudan, IES, U. of K., Khartoum, 1996.

164 Taleb, H. A., & Dawod, M., : Analysis of Rainfall Event During 1994 Flood Over East of Egypt, Meteorology & Sustainable Development 15-17 Feb, 1998. PP 26: 37.

145 Tolba, A. F. & F. M. El - Hussainy, : Some Aspects of Albedo Measurments over short Grass at Bahteem station, Meteorology and Integrated Development conference 24-25 March 1996. PP. 52: 62.

146 Tolba, Ahmed F.,: Estemation Some Parameters over Lake Naser Using Shore Measurments, Meteorology & Environment Cases Conference 2-6 March 1997. PP. 52: 64.

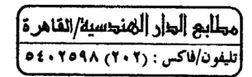
147 Zahran, M. A., & Mashaly, I. A.,: Climate and vegetation of Egypt, 5th Conference Meteorology & Sustainable Development, 22-24 Feb. 2000. PP. 196: 207.

148 Zaki, Milad Halim,: Assessement of Surface Water Runoff In Mersa- Matruh Area - Northwestern Costal Zone- A. R. E., M. Sc. Thesis Unpub. Faculty of Science, Alexandria University, 2000.

149 Zohdy, Hussein M.,: Lateral Coupling Between Extratropical and Tropical Disturbances Over Africa Associated with Mediterranean Cyclones, PH. D. Thesis , Unpub., Faculty of Science, Cairo University, 1989.

150 Wazeri, Yehia,: The Relationship Between Solar Radiation and Building Design In North Africa, B. Sc. Thesis, Atmospheric Rosources, Institute of African Researches & Studies, Cairo University, 1997.

151 World Meteorological Organization: The Global Climate System, June 1986-November 1988, pp. 35-46.







إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع

١٢ ش حسين كامل سليم - شقة (٢) - هليوبوليس غرب - مصر الجديدة - القاهرة
ت : ٤١٧٢٧٤٩ - فاكس : ٤١٧٢٧٤٩ - ص.ب : ٥٦٦٢ - رمز بريدى ١١٧٧١